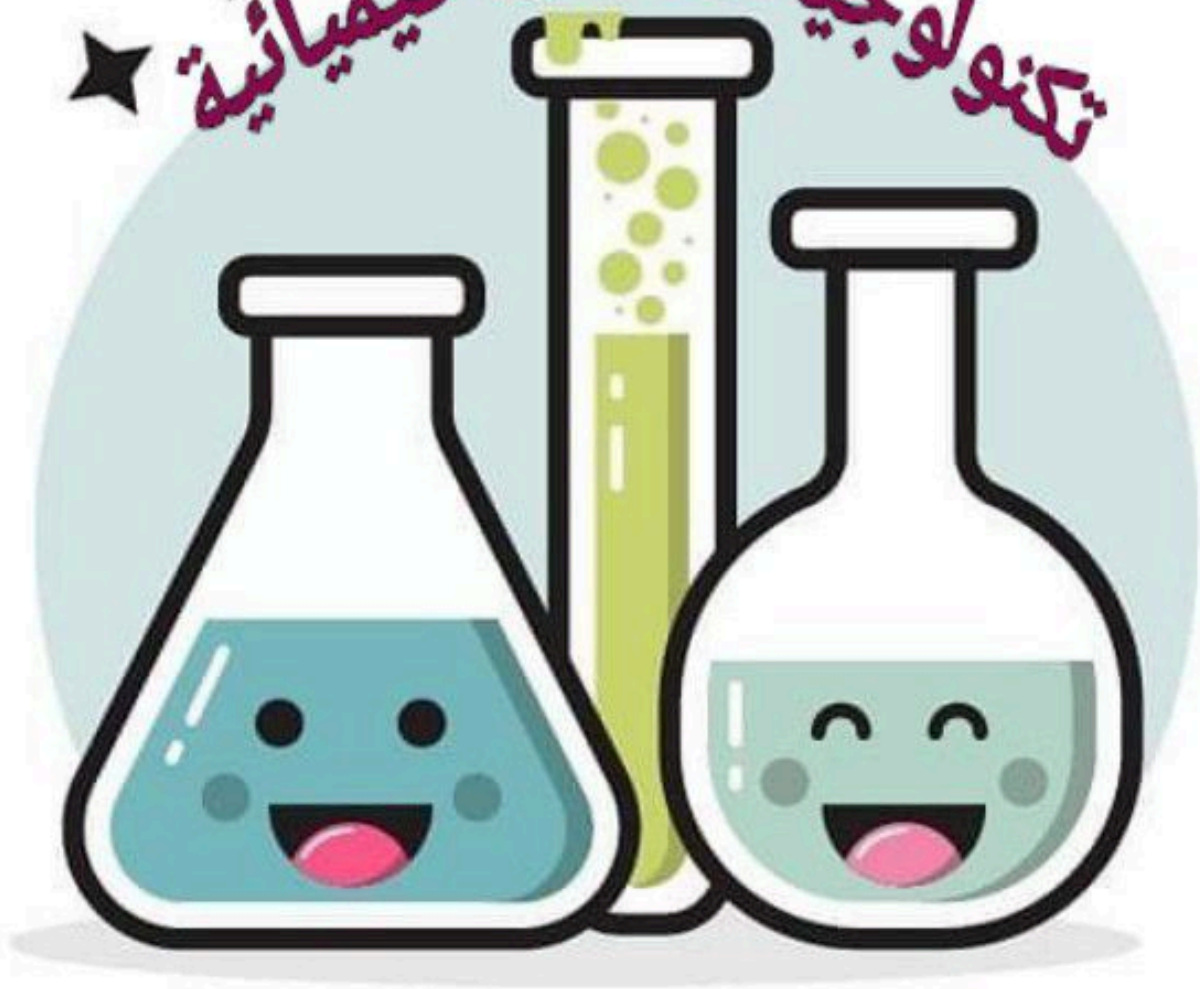
تكنولوجيا صناعات كيميائية

كتاب عمليات موحدة (1)

Unit Operation (1)

Unit Operation (1)

Course	
Course Title	: Unit Operation (1).
Course Code	: 2501181.
Credit Hours	: 2 hours.
Prerequisite	: 20501171.

Instructor information

Instructor					
Name	: Eng.Bara' Al-Mahameed				
Office No.	:				
Tel (Ext)	:				
E-mail	: BaraaAlmahameed1994@yahoo.com (مُحاضر غير مُتفرغ)				
Office Hours	:				
Class Times	Building	Day	Start Time	End Time	Room No.
	Hall complex	Mon-Wed	8:00	9:00	5

COURSE DESCRIPTION

This course covers the following: properties of solid particles, physical treatment, reduction, drying, Screening filtration, sedimentation mixing and crystallization, Technology used in physical treatment.

COURSE OBJECTIVES

1-The student determines the properties of solid granules and method of transfer and storage.

2-The student Learns how to minimize the size of solid particular and the foundations of mechanical separation.

3- The student knows how to do the drying process of solid particulars and know the typing of dryers.

4-The student Knows how to do filtration and sedimentation process and know the equipments are used in this process.

5-The student Knows how to do mixing and know the benefits and types of this process.

6-The student Knows how to do crystallization and know the benefits and equipment that used in this process.

المواضيع المادة :

١- خواص الحبيبات الصلبة

٢-تقليص حجم الحبيبات

٣-التنخيل

٤- الترسيب

٥-الترشيح

٦-التجفيف

٧- الخلط

٨- البلورة

مقدمة

تمثل الهندسة الكيميائية احدى فروع الهندسة التي تتعلق بالعمليات الصناعية التي يتم فيها تحويل المواد الخام الى مُنتجات صالحة للاستخدام أو الاستهلاك

و تشمل العمليات الصناعية طرق تصنيع المنتج و الاجهزة المستخدمة و العوامل و الظروف التشغيلية الصناعية ويقوم المهندس الكيماوي بالدور الأساسي و الكبير لتحقيق العملية الصناعية حيث يلعب دورًا في :

١-تطوير و تصميم ما يلزم من معدات صناعية

٢-اختيار المواد المناسبة للإنتاج

٣- تشغيل العمليات الإنتاجية لكفاءة عالية و بطريقة اقتصادية واقعية

٤- تطابق مواصفات المادة المُنتجة مع مواصفات الجودة العالمية و رغبات المُستهلك

و الهندسة الكيميائية علم واسع و لا يمكن حصره بموضوع واحد و لذا تقسم الى أقسام مختلفة و وحدات متنوعة

و الوحدات الفيزيائية هي دراسة العمليات الصناعية الفيزيائية التي تتعلق ب:

١-تحضير المواد المُتفاعلة

٢- فصل و تنقية النواتج

٣-تدوير المواد المُتبقية

٤- التحكم بالطاقة اللازمة لنقل المواد الى الوحدات المختلفة

مثال : عملية تحضير ملح الطعام تتم وفق الخطوات التالية :

١-نقل الماء(مزيج سائل صلب)

٢-تزويده بالطاقة

٣-التبخير

٤-البلورة

٥-التجفيف

٦- الغربلة ...(هذه العمليات كلها فيزيائية لا تتضمن أي تفاعل كيميائي)

خصائص المواد الصلبة

المادة الصلبة

- تُعرف المواد الصّلبة بأنها المواد التي لها شكل مُحدّد، وكتلة محدّدة، وتحتلّ حيّزاً محدداً في الفراغ، وهي تعبير شائع يصف كل الأشياء القاسية التي لا تلين بسهولة، وتتميز بأن لها حجم وشكل ثابتين .

خواص المادة الصلبة

- تتميّز المادة الصلبة بالحجم الثابت، وذلك يعود لترتيب الجسميات المكوّنة لها ضمن الفراغ المحدد الموجودة فيها، فهي جسيمات متراصة مع بعضها، يكاد الفراغ أن يكون معدوماً بينها .
- تتحرّك بشكل اهتزازي فقط، ولا تستطيع أن تتجاوز حجم الحيّز الموجودة فيه، بحيث تحدث ذبذبات خفيفة، أو حركات اهتزازية على جانبي موضع سكونها، وهذا يعود للقوى البينيّة في الجسميات الصلبة التي تجعلها ثابتة في مكانها .
- توجد الجزئيات بشكل أكثر انتظاماً وترتيباً عمّا تكون عليه المادة السائلة، والغازية

- تُصنّف أكثر المواد الصلبة في الطبيعة بأنها مواد بلورية، أي إنّ لها حجم ووزن ثابت، حتى شظاياها تتّخذ أشكالاً هندسية مُنتظمة تعكس شكلها الداخلي .

- يتغيّر حجم المادة الصلبة عند تعرضها للحرارة، والضغط الشديدين، وفي معظم الحالات وبزوال المؤثر فإنّها تعود لحالتها الأولى، كشد حبل مطاطي لأقصى حد، ومن ثم إفلاته مرة واحدة .

- تتميز بأن لها درجات انصهار محددة، وعند تعريفنا لمصطلح انصهار فإنّنا نُشير إلى حالة تغيّر فيزيائية للمادة، تتحوّل فيها المادة من حالة الصلابة إلى السيولة، كما هو في الجليد عندما يتحوّل إلى ماء بوجود درجة حرارة ثابتة .

أصناف المواد الصلبة

مواد صلبة بلورية	مواد صلبة غير بلورية
تترتّب فيها الجسيمات بشكل هندسي ومنتظم، ومتكرر ومن الأمثلة عليها: ملح الطعام	تترتب فيها الجسيمات بشكل عشوائي، غير منتظم، ومن الأمثلة عليها: الزجاج، والبلاستيك .
المواد الصلبة البلورية لها درجات انصهار محددة	ليس لها درجات انصهار ثابتة، أو محددة، وتُعرف عادةً بأنها سوائل فائقة التبريد .
تترتب جزيئاتها بشكل هندسي ثلاثي الأبعاد	تترتب جزيئاتها على شكل شبكة

كل أشكال و أحجام المواد الصلبة يتم التعامل معها في مجال الهندسة الكيميائية لذلك من المهم أن نتعرف إلى خصائص المواد الصلبة وذلك من اجل اختيار عمليات المعالجة الأنسب للمواد الصلبة و من اجل القدرة على تصميم الأجهزة المستخدمة للقيام بهذه العمليات

يمكن التعرف إلى خصائص و صفات المواد الصلبة من عدة نواحي أهمها :

١- التركيب (الكثافة ، اللون ، المكونات ،....)

٢-الحجم : ١- الأبعاد (القطر ، الطول ، العرض)

٢- السطح المؤثر

٣-الشكل: ١- شكل مُنتظم (كرة ، مكعب ، متوازي مستطيلات ،...)

٢- شكل غير مُنتظم (مثال: قطعة زجاج مكسورة)

٤- يمكن التعرف عليها من خلال خصائص أخرى مثل (اللون ، الملمس (خشن، ناعم) ، المسامات ،....)

أحجام المواد الصلبة

تقسم المواد الصلبة الى قسمين :

١- المواد الصلبة ذات حجم مُنتظم

٢- المواد الصلبة ذات حجم غير مُنتظم

**المواد الصلبة ذات الحجم المُنتظم يتم قياس حجمها من خلال قياس قطرها

**المواد الصلبة ذات الحجم الغير مُنتظم يتم قياس حجمها باستخدام الطريقة المكافئة

قياس أحجام المواد الصلبة يعتمد على مدى حجومها

١-الجسيمات الخشنة :يقاس حجمها ب الإنش و المليمتر

٢-الجسيمات الناعمة :يقاس بحجم المُنخل الذي تنفذ منه الى المنخل الذي تستقر عليه

٣-الجسيمات الناعمة جدا : تقاس بالميكرومتر او النانومتر

٤-الجسيمات الناعمة جدا جدا :يعبر عنها بنسبة مساحتها السطحية لكل وحدة كتلة

طرق قياس الحجم :

تختلف طرق قياس الحجم باختلاف حجم المواد الصلبة و من اهم الطرق المستخدمة :

١-التنخيل :للأحجام الأكبر من ٥٠ ميكرومتر

حيث يتم استخدام عدة مناخل تترتب فوق بعضها حيث يكون الأكبر حجما في المنخل العلوي و الأقل حجما في المنخل السفلي

تكون النسبة بين قطر فتحات المناخل المتتابعة $\sqrt{2}=1.41$ و يُركب

رجاج على المُنخل من اجل السماح لكل جزيء بالعبور من الفتحة المُناسبة

٢- التحليل باستخدام الميكروسكوب من $(1 - 100)\mu m$

بهذه الطريقة يمكن قياس المساحة الساقطة على الجسم في بُعد ثنائي و ليس في الأبعاد الثلاثية حيث يُقارن الحجم الظاهري بدوائر قياسية الحجم و بطريقة أوتوماتيكية يتم عد الجزيئات

٣ الترسيب اقل من 1μ

حيث تعتمد هذه الطريقة على زيادة سرعة سقوط الجسيمات بزيادة حجمها

٤- المسامية :

عبارة عن النسبة بين حجم الفراغات الى الحجم الكلي
(الحجم الكلي=حجم الفراغ +حجم الجسم الصلب)
بازدياد المسامية تزداد المساحة بشكل كبير حيث ان زيادة الفراغات تجعل المادة و سطًا جيدًا للادمصاص مثل الفحم المُنشط **و تعتمد المسامية** على **شكل** و **حجم الدقائق**

$$E = \frac{V_t - V_s}{V_t}$$

V_t(الحجم الكلي) حجم المادة الصلب مع الفراغات
V_s حجم المادة الصلبة

ابسط أشكال الحبيبات الصلبة المُنتظمة هو الشكل **الكروي**

مساحة الكرة

$$A = 4\pi r^2$$

حجم الكرة

$$V = (4/3)\pi r^3$$

للأشكال الغير المُنتظمة : سوف نستخدم طريقة

* - * (١) -الحجم المكافئ:

١-نستخدم كرة (نفس) أو (مشابهة لحد كبير) لحجم الحبيبة الصلبة

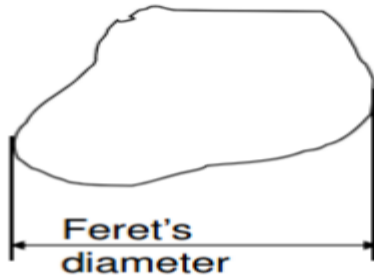
٢-نستخدم كرة (نفس) أو (مشابهة لحد كبير) لمساحة الحبيبة الصلبة

٣-نستخدم كرة (نفس) أو (مشابهة لحد كبير) لمساحة الحبيبة الصلبة / حجمها

٤-نستخدم كرة (نفس) أو مشابهة للمساحة الإسقاطية للحبيبة الصلبة

٥-من خلال استخدام المُنخل

٦-نستخدم كرة لها نفس السرعة للحبيبة الصلبة عند إسقاطها في مائع محدد

- – * (٢) – قطر فيريت : ابعد مسافة بين أي عامودين
- متوازيين على جسم الحبيبة الصلبة

- *(٣)- الكروية:

$$\text{Sphericity}=\frac{surface\ area\ of\ sphere\ of\ same\ volume\ as\ paticale}{surface\ area\ of\ particle}$$

$$\phi=\frac{6v_p}{D_p.S_p}$$

v_p=حجم الحبيبة الصلبة الواحدة

D_p=القطر المكافئ

S_p= مساحة سطح الحبيبة الصلبة الواحدة

مثال

- اذا كان طول الضلع في المكعب يساوي ١ سم و كان القطر المكافئ يساوي

١,٢٤ سم احسب الكروية؟؟

حجم المكعب = الطول * العرض* الارتفاع

مساحة المكعب =(مساحة الوجه الواحد)*عدد الأوجه

مساحة المكعب=(الطول*العرض)*٦

$$\phi = \frac{6v_p}{D_p.S_p} = \frac{6*1}{1.24*6} = 0.806$$

$$v_p = (1*1*1)$$

$$S_p = (1*1)*6$$

أشكال الحبيبات الصلبة

Rounded

Flaky

Acicular

Slabby

Angular

الحسابات المُتعلقة بالحجم المُكافئ

الحجم المكافئ لقطر الكرة

$$V_p = \frac{1}{6}\pi {d_v}^3$$

المساحة المكافئة لقطر الكرة:

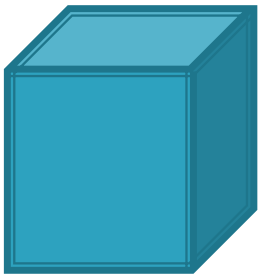
$$s_p = \pi {d_s}^2$$

المساحة السطحية المكافئة لقطر الكرة

$$A_p = \frac{\pi {d_p}^2}{4}$$

الحجم و المساحة المكافئة

$$d_{vs} = \frac{dv^3}{ds^2}$$

مثال :في الشكل المُجاور اذا كان طول ضلع المُكعب يساوي٢مم
احسب dv , ds , dsv

$$V_p = \frac{1}{6} \pi \, {d_v}^3$$

$$V_p = 2*2*2 = 8$$

بالتعويض بالمعادلة فأن

$$d_V = 2.48 \text{ mm}$$

تابع للمثال

$s_p = \pi \, d_s{}^2$

$S_p = (2*2)*6 = 24$

و بالتعويض بالمعادلة فأن

$d_s = 2.76$

- $d_{vs} = \frac{dv^3}{ds^2}$

- $d_{vs} = \frac{2.48^{\,3}}{2.76^{\,2}} = 2.002$

أحجام الجزئيات المختلطة و تحليل الحجم

في عينة تحتوي على جزيئات مُتشابهة في قطرها بحيث يُرمز لقطر Dp في عينة

الحجم الكلي للجزيئات يمكن حسابه من خلال استخدام العلاقة التالية :

الحجم= الكتلة/الكثافة

$$V=\frac{m}{\rho_p}$$

ولحساب عدد الجزيئات في عينة نستخدم العلاقة التالية :

$$N=\frac{m}{\rho_p\, v_p}$$

و لحساب المساحة السطحية للجزئيات

$$A= N_{sp} = \frac{6\, m}{\Phi_{\rho_p D_p}}$$

- حتى نطبق المعادلات السابقة على خليط يتكون من العديد من الجزئيات المُختلفة في الحجم و الكثافة سوف نقوم بتقسيم العينة إلى عدة أجزاء كل جزء يحتوي على جزيئات ذات كثافة متساوية تقريبا و بالتالي يكون حجمها تقريبا متساوي و يتم قياس كتلة كل عينة و بعد ذلك يتم تطبيق المعادلات السابقة على كل عينة و من ثم نجمع النواتج
- و بالتالي نحصل على المعادلة التالية :

$$\text{Aw}=N_{sp}=\frac{6x_1}{\phi\rho_p D_{p1}}+\frac{6x_2}{\phi\rho_p D_{p2}}+\ldots+\frac{6x_n}{\phi\rho_p D_{pn}}$$

$$=\frac{6}{\phi\rho_p}\sum\frac{x_i}{D_{pi}}$$

مساحة سطح الجزيئات

$$N_{sp} = \frac{6x_1}{\phi\rho_p D_{p1}} + \frac{6x_2}{\phi\rho_p D_{p2}} + \ldots + \frac{6x_n}{\phi\rho_p D_{pn}}$$

$$= \frac{6}{\phi\rho_p}\sum\frac{x_i}{D_{pi}}$$

Xi الكسر الجزيئي=

Dpi= معدل قطر الجزيئات

متوسط حجم الجزيئات

$$D_s = \frac{6\,m}{\phi A_w D_p}$$

$$D_v = \left(\frac{1}{\sum \frac{X_i}{D_{pi}{}^3}}\right)^{1/3}$$

$$D_s = \frac{1}{\sum \frac{x_i}{D_{pi}}}$$

$$v_p = \mathrm{a} D_p{}^3$$

$$D_n = \frac{\sum N_i D_{pi}}{\sum N_i} = \frac{\sum N_i D_{pi}}{N_t}$$

$$N_w = \frac{1}{a\rho_p} * \sum \frac{X_i}{D_{pi}{}^3} = \frac{1}{a\rho_p\ D_v{}^3}$$

$$D_w = \sum X_i D_{pi}$$

طرق تخزين المواد الصلبة

1-Bulk storage تخزين المواد السائبة

يتم تخزين المواد الصلبة الخشنة مثل الحصى و الفحم خارجاً في أكوام كبيرة بدون حماية من الطقس .

تعتبر هذه الطريقة مُجدية اقتصادية لأنه يتم وضع المئات و الألاف من الأطنان من المواد الصلبة على شكل أكوام

يتم إزالة المواد الصلبة من كومة استخدام مجرفة أو جرار و تسليمها إلى الناقل

أن عملية التخزين في الهواء الطلق يمكن أن يؤدي إلى مشاكل بيئية مثل الغبار أو ترشح مواد قابلة للذوبان من هذه الكومة قد تتطلب حماية أكثر من اجل السيطرة على المواد الصلبة المترشحة و ذلك من خلال تغطية كومة أو عن طريق تحديده في القاع ضحلة مع أرضية منيعة تمنع تسرب المادة إلى الأسفل

2-Bin storage

المواد الصلبة التي تمتلك قيمة عالية و المواد الثمينة أو المواد قابلة للذوبان لا يمكن تخزينها في الهواء الطلق و لذلك يتم تخزينها في صناديق نطاط أو صوامع أو أوعية أسطوانية أو مستطيلة مصنوعة من الخرسانة أو معادن

الصومعة تكون طويلة القامة و صغيرة القطر نسبيا

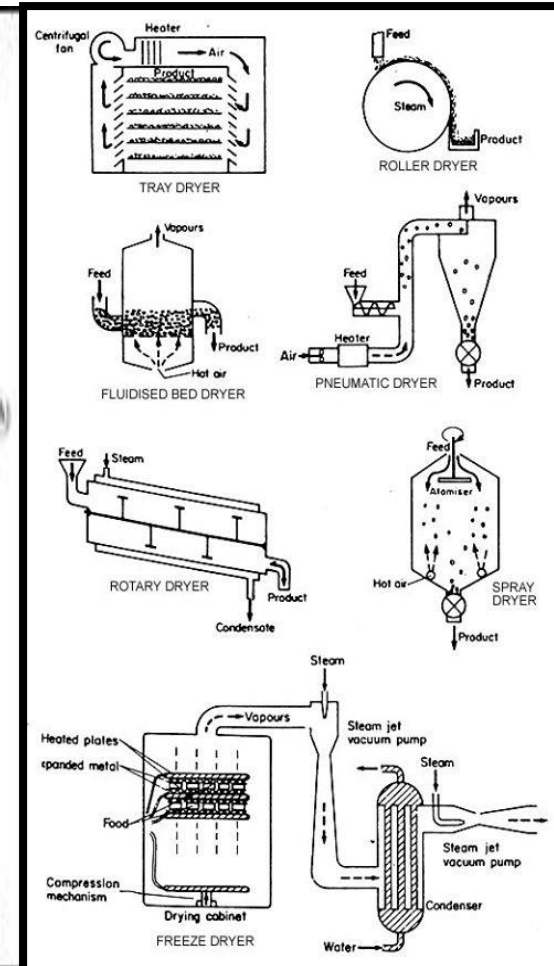
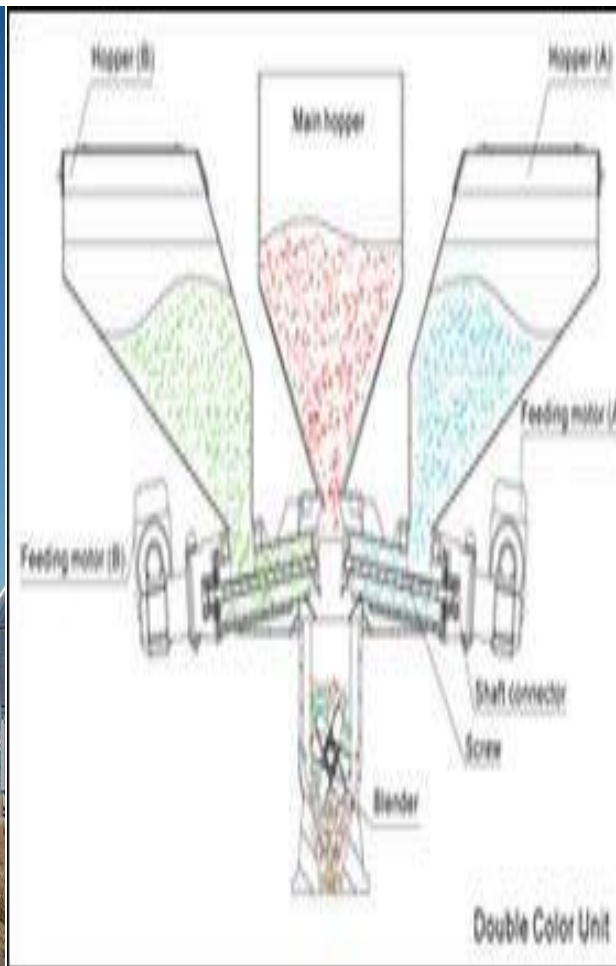
بن ليست طويلة و عادة ما تكون واسعة إلى حد ما

نطاط هو وعاء صغير منحرف من الأسفل يستخدم للتخزين المؤقت قبل تغذية المواد الصلبة لعملية التحميل

تتم عملية التحميل كل هذه الحاويات من اعلى من قبل نوع المصعد التفريغ

من العوامل التي توثر على الصومعة و بن والنطاط :

١-التدفق

٢- الضغط

المشاكل

ا- الجسور : و هي تراكم الحبيبات المتقاربة في الحجم مع بعضها بالقرب من الفتحة بحيث تمنع سقوط الحبيبات الأخرى

٢-الفتحة اذا كانت الفتحة صغيرة فهذا يؤدي إلى الانتظار فترة اكبر لتفريغ الحمولة

المواصفات التي يجب توفرها في الصوامع :

١-استخدام صوامع مصنوعة من مواد ناعمة حتى تقل قوة الاحتكاك بين المواد الصلبة و الجدار

٢- استخدام الصوامع التي تتناسب فيها القطر مع الطول

٣- أن تكون الزاوية في الجزء السفلي المنحدر زاوية صغيرة

3-conveyors النواقل

تشمل الأجهزة المشتركة للنقل

١-الناقل المُتحرك (القشاط)

٢-الروافع الدلوية

٣-شاحنات النقل

٤-نقل المواد بفرق الضغط

العوامل التي تؤخذ بعين الاعتبار عند اختيار معدات النقل

تنقل المواد بطريقتين :
١-طريقة الوجبات
٢-الطريقة المستمرة
العوامل :
١-مسافة النقل
٢-كمية المادة المنقولة
٣-طبيعة التدفق من و الى المعدات
٤- طريقة النقل(وجبات / مستمرة)
ملاحظة
بالنسبة للمواد الكيماوية يجب الأخذ بعين الاعتبار طبيعة المواد من حيث السُمية أو التأكل او الانفجار او الاشتعال او التلوث
ملاحظة
عند التعامل مع المواد المُتفجرة ب (جو) من الغازات الخاملة

Mesh	Screen opening (Dpi)	Mass fraction	Average partial diameter (Dpi)
4	4.699	0.0000	----
6	3.327	0.0251	4.01
8	2.362	0.1250	2.845
10	1.651	0.3207	2.007
14	1.168	0.2570	1.409
20	0.833	0.1590	1.001
28	0.589	0.0538	0.711
35	0.417	0.0210	0.503
48	0.295	0.0102	0.356
65	0.208	0.0077	0.252
100	0.147	0.0058	0.178
150	0.104	0.0041	0.126
200	0.074	0.0031	0.089
pan	----	0.0075	0.037

بالاعتماد على الجدول السابق تم حطم عينة من الكوارتز كثافة جزيئاتها ٢٦٥٠كغ/م٣ (٠,٠٠٢٦٥غ/مم٣) و معامل الشكل يساوي ٢ و الكروية تساوي ٠,٥٧١

- تم اخذ العينة الموجودة بين ٤-٢٠٠ مش احسب :
- Aw
- Nw
- Dv
- Ds
- Dw
- Ni
- احسب المطلوب بالاعتماد على العينة الموجودة بين ١٥٠-٢٠٠مش

$$\frac{6}{\phi\rho_p}\sum\frac{x_i}{D_{pi}}$$

- $$Aw=\frac{6}{0.571 * 0.00265}\sum\frac{x_i}{D_{pi}}= 3965 * \sum\frac{x_i}{D_{pi}}$$

$$N_w=\frac{1}{a\rho_p}*\sum\frac{X_i}{D_{pi}^3}$$

- $$\frac{1}{2 * 0.00265} * \sum\frac{X_i}{D_{pi}^3} =188.7* \sum\frac{X_i}{D_{pi}^3}$$

بالرجوع الى الجدول من ٤ الى ٦ مش فأن معدل القطر يساوي

(4.699+3.327)/2=4.013

Xi=0.0251

Xi/Dpi =0.0063

Xi/Dpi^3=0.0004

- $\sum \frac{x_i}{D_{pi}} = 0.8284$
- $\sum \frac{X_i}{{D_{pi}}^3} = 8.8296$
  - Aw$= \frac{6}{0.571 * 0.00265} \sum \frac{x_i}{D_{pi}} = 3965 * \sum \frac{x_i}{D_{pi}}$

اخر صينة لم نجري حساب عليه لذلك نقسم الجوابين على ٠,٠٠٧٥-١

- Aw=3309
- Nw=1679

- B) $D_v = \left(\frac{1}{\sum \frac{X_i}{{D_{pi}}^3}}\right)^{1/3}$

Dv=0.4238 mm

- c) Ds= $D_s = \frac{6\,m}{\phi A_w D_p}$

Ds=1/0.8284 =1.207

$$N_w = \frac{1}{a\rho_p} * \sum \frac{X_i}{{D_{pi}}^3} = \frac{1}{a\rho_p\ {D_v}^3}$$

في هذا الفرع مطلوب حساب عدد الجزيئات من من ١٥٠-٢٠٠

$$D_w = \sum X_i D_{pi}$$

- *Dw=1.677*
- $\frac{0.0031}{2 * 0.00265 * 0.089^3}$٨٣٦=partial

الوحدة الثانية : تصغير حجوم المواد الصلبة
Size reduction

تصغير الحجم : هي الطرق التي تستخدم لتصغير حجم الحبيبات الصلبة سواء أكان بالقطع أو الكسر أو غيرها من الطرق .في العمليات الصناعية يتم تصغير حجم الحبيبات الصلبة باستخدام العديد من الطرق

المواد الصلبة يتم كسرها باستخدام طرق مختلفة :

١-ضغط
٢- الضرب
٣-الفرك
٤-القطع
٥- الانفجارات -كسارة البندق او الجوز- المطرقة (شاكوش)- مقص

في بعض الأحيان تقليص الحجم يكون ناتج عن حدوث احتكاك بين الجزئيات مع بعضها (فرك) أو قد يحدث تقليص للمواد الصلبة نتيجة عبورها في تيارات مائية

شديدة التدفق

بشكل عام الضغط يستخدم لتقليص حجم المواد الصلبة الخشنة و القاسية و تحويلها نسبيا إلى جزئيات انعم

عادة تكون الجزئيات الناتجة عن طريقة الفرك ناعمة و صغيرة جدا

أما عملية القطع يمكن الحصول منها على حجم و شكل محدد للجزيئات و عادة لا تكون أحجام الجزيئات الناتجة ناعمة

أهداف عملية تصغير أحجام المواد الصلبة

١-زيادة المساحة السطحية بشكل كبير و زيادة عدد الجسيمات و ذلك لزيادة سرعة التفاعل الكيماوي حيث يزداد التماس بين المواد المتفاعلة بشكل كبير

٢- إكساب المادة المُصغرة بعض الصفات المرغوبة مثل سهولة الخلط مع بعضها للحصول على مزيج

٣-زيادة كفاءة عملية الفصل الميكانيكية للمواد عن بعضها

٤-زيادة كفاءة عملية الادمصاص

٥-زيادة كفاءة التغطية و التلوين في الدهانات

٦-تقليل الفراغات بين المواد مما يؤدي الى سهولة تداول المواد الصلبة

اذا كان الخليط متجانسًا في الشكل و الخصائص الفيزيائية و الكيميائية فمن الممكن تكوين نواتج متجانسة في الشكل .

و عادة يكون حجم النواتج بعد عمليات التصغير مُتفاوتًا في الحجم و الشكل فيكون هناك أحجام صغيرة ، أحجام متوسطة ، أحجام كبيرة «خشنة»
ومن حيث الشكل يكون ابري ، كروي و غير مُنتظم

أساسيات عملية السحق

معايير عمليات السحق

عملية السحق بشكل عام هو تقليص الحجم .

تعتبر الكسارات و المطاحن من الأدوات المُستخدم في عملية السحق

الكسارات و المطاحن المثالية تمتلك بعض الصفات مثل :

-تمتلك قدرة عالية لأجراء عمليات الكسر

-تحتاج كمية طاقة قليلة

-المردود الناتج يكون ضمن حجم معين أو عدة أحجام

الطريقة الاعتيادية لدارسة أداء و كفاءة أي جهاز هي ضبط كل الظروف و المتغيرات ضمن الظروف المثالية و بعد ذلك تشغيل الجهاز ضمن الظروف الحقيقة و مقارنة بين الحالتين

عند تطبيق هذا المبدأ على الكسارات و المطاحن سوف نلاحظ أن القيمتين مختلفتين عن بعض اختلاف كبير جدا و على رغم من أن هذا الفرق كبير لم يتم القدرة على دراسته و تحديده

تم وضع معادلات تجريبية للأجهزة و لكن تبقى هذه المعادلات غير دقيقة بشكل كبير

الهدف الأساسي من عملية الطحن و السحق هو تصغير حجم الجزئيات بالمقارنة مع حجمها الأصلي

يمكن أن نتعرف إلى كفاءة عمل الكسارات و المطاحن من خلال كمية الطاقة التي تحتاجها لإنتاج الشكل الجديد المطلوب

على خلاف الكسارات و المطاحن المثالية فان الكسارات الحقيقية لا تنتج حبيبات منتظمة الشكل سواء أكانت المواد الداخلة منتظمة أو غير منتظمة الشكل

النواتج عادة تتكون من خليط من حبيبات ذات عدة أحجام موجود ضمن مدى كبير من أحجام كبيرة إلى أن يصل إلى أحجام صغيرة جدا جدا

بعض أنواع الآلات مثل المطاحن ز

المطاحن مصممة لتتحكم بالأحجام الكبيرة فقط و لا تتحكم بالأجسام الصغيرة جدا

اذا كانت المواد الداخلة متجانسة في الشكل و الخصائص الفيزيائية و الكيميائية من الممكن أن تخرج الجزئيات بأحجام متجانسة نسبيا النسبة بين قطر اكبر جزيء و اصغر جزيء تكون ٤٨١٠

الطاقة و القدرة التي تحتاجها الأجهزة

من العوامل المهمة التي تتحكم في اختيار الأجهزة هي النفقات لذلك يتم اختيار الأجهزة بالاعتماد على التكلفة

عند إدخال المواد إلى الكسارة يتم تشويه هذه الجزيئات هذا العمل ضروري جدا لأنه يعمل على تخزين الطاقة في المواد الصلبة و يتم أيضا تخزين الطاقة الميكانيكية في النابض الملفوف كما يتم تطبيق قوة إضافية على الجسيمات و يتم شدها وبعد ذلك تتعرض للتكسر و يظهر سطح جديد للجزئيات

و نتيجة لكل التحولات في الطاقة على السطح الجديد يصاحب تكسر و تحكم الجزئيات حرارة أيضا

الطاقة المطلوبة لتصغير الحجوم

عادة معظم الطاقة المطلوبة لتصغير الحجوم تكون ضائعة و جزء قليل منها فقط يصرف على تصغير الحجوم و هذا الضياع في الطاقة يكون مستهلكا في مجالات مختلفة و بالتالي فإن كفاءة معدات التصغير قليلة

الطاقة الضائعة تكون مصروفة في مجالات منها :

١-طاقة مستهلكة (ضائعة في الاحتكاك بين الجزئيات و الالة)

٢-طاقة مستهلكة (ضائعة في إحداث الصوت و الحرارة)

نسبة التصغير : هي النسبة بين حجم الجزئيات الداخلة و حجم الجزئيات الخارجة

٣- طاقة مستهلكة في إحداث اهتزازات في الالة

٤- طاقة مستهلكة في بداية تشغيل الالة (طاقة التغلب على عزم القصور المزود للآلة)

و كمية الطاقة المُستفادة في التصغير تصل الى حوالى ١٠% من كمية الطاقة المُزودة للألة

عند تعرض المادة الصلبة للتصغير بفعل الطاقة (صدم ، ضرب ،احتكاك ،....) فإن هذه الطاقة للمادة و تصبح لك طاقة وضع ميكانيكية داخل المادة مثلما تحزن الطاقة في زنبرك مضغوط و تزداد هذه الطاقة المضافة الى حد لا تستطيع المادة تحمل و مقاومة المزيد فتنكسر و تتشقق و تتصدع و ينتج عن ذلك سطوح جديدة و يصاحب هذا التغير حرارة

و للحصول على أحجام انعم يجب تزويد الجسم بكمية إضافية من الطاقة

عادة تبدأ العملية بإحداث تشوهات في المادة الصلبة ثم إحداث شقوق و تصدع تم تكسير

توزيع الطاقة في الالة التصغير يكون على شكل:

١-عمل تغير مرن في شكل الحبيبات قبل حدوث التشقق
٢-عمل تغير غير مرن في شكل الحبيبات و الذي ينتج عنه تصغير الحجم
٣- التسبب في تغير شكل التجهيزات المستخدمة (الحركة الميكانيكية في المادة)
٤-الاحتكاك بين الحبيبات نفسها و بين الحبيبات و الالة
٥-الصوت و الاهتزازات و الحرارة
٦-الاحتكاك بين أجزاء ألة التصغير

كفاءة المطاحن

تُعرف نسبة الطاقة التي تمتصها المطحنة أو الكسارة إلى كمية الطاقة التي تمتصها الجزيئات الصلبة ب كفاءة المطحنة

$$\eta=\frac{e_s(A_{wb}-A_{wa})}{W_n}$$

$$w=\frac{W_n}{\eta c}=\frac{e_s(A_{wb}-A_{wa})}{\eta_c\eta_m}$$

$$P=w.m=\frac{m\ e_s(A_{wb}-A_{wa})}{\eta_c\eta_m}$$

$$P=\frac{6\ m\ e_s}{\eta_c\ \ \eta_m\ \ \boldsymbol{\rho}_p}\ \left(\frac{1}{\phi_b D_{sb}}-\frac{1}{\phi_a D_{sa}}\right)$$

تكون طاقة السطح الناتجة عن الكسر صغيرة بالمقارنة مع الطاقة الميكانيكية الكلية المخزنة في المادة في وقت التمزق و معظمها بعد تحويلها إلى حرارة و بالتالي كفاءة التكسير تكون منخفضة

تم قياسها تجريبيا و هي في الحالة الصلبة و تم تعويضها في المعادلة الأولى

الدقة بهذه المعادلة قليلة و تكون كفاءة المطاحن تقريبا بين (٠,٠٦ - ١) كمية الطاقة المُمتصة من الجزئيات (wn)

تكون اقل من الطاقة الداخلة من الطاقة الداخلة الى الالة

تستخدم لتغلب على الاحتكاك في المحامل و غيلاها من الاجزاء المتحرك

و الباقي متاح لسحق

قانون رتنجر و قانون كيك و قانون بوند

تم وضع قانون للكسارة في عام ١٨٦٧ من قبل العالم رتنجر و ينص هذا القانون على ان العمل المطلوب في السحق يتناسب مع السطح الجديد الذي تم انشاؤه

وهذا القانون هو عبارة عن مجرد فرضية

هو ما يعادل البيان بأن كفاءة التكسير ثابتة و بالنسبة لآلة معينة و المواد الداخلة مستقلة عن احجام المواد الداخلة و الناتجة

اذا كانت الكروية للمادتين متساوية و اذا كانت الكفاءة الميكانيكية ثابتة و لذلك من الممكن ان نجمع المتغيرات في ثابت واحد

$$\frac{p}{m} = K_r \left(\frac{1}{D_{sb}} - \frac{1}{D_{sa}}\right)$$

في عام ١٨٨٥ اقترح العالم كيك اقتراح جديد بالاعتماد على التحليل الاجهاد من التشوه ضمن الحد المرن أن العمل المطلوب لسحق كتلة معينة من المواد هو ثابت لنفس نسبة التخفيض و هو نفس نسبة حجم الجسيمات الأولية إلى حجم الجزئيات النهائية للجزيئات

$$\frac{p}{m} = K_k \ln\frac{D_{sa}}{D_{sb}}$$

و العلاقة العامة لكلا الحالتين هي

$$d\left(\frac{p}{m}\right) = -\frac{K\ dD_s}{{D_s}^n}$$

عند الحل المعادلة السابقة على أساس ان

$$N=1,2$$

يؤدي الى الحصول على قانون كيك و قانون رتنجر

قانون رتنجر وقانون كيك يمكن تطبيقها ضمن مدى معين من أحجام الجزئيات

يتم تحديدها تجريبيا من خلال اختبارات تجريبية في مختبرات K_k , K_r

قانون بوند و مؤشر العمل

تم اقتراح طريقة اكثر واقعية الى حد ما لتقدير الطاقة المطلوبة لسحق و طحن المواد بواسطة العالم بوند

بوند افترض ان العمل المطلوب و الوصول الى حجم الجزيئات يتناسب مع الجذر التربيعي لنسبة السطح الى الحجم المنتج

ومن خلال معادلة فان $\frac{s_p}{v_p}$

وتعطينا الشكل التالي للمعادلة $\frac{s_p}{v_p}=\frac{6}{\phi_s D_p}$

Kb ثابت يعتمد على نوع الالة و على المواد المراد تحطيمها و هذا مكافئ لحل معادلة ٢٩,٧

1.5=n

و حتى نستخدم معادلة ٢٩,٨ يجب ان تكون الطاقة الإجمالية ب كيلوواط ساعة لكل طن

$$\frac{p}{m}=\frac{K_b}{\sqrt{D_p}}$$

$$K_b=\sqrt{100x10^{-3}}W_i \; =0.3162$$

$$= 0.3162W_i(\frac{1}{\sqrt{D_{pb}}}-\frac{1}{\sqrt{D_{pa}}})$$

اذا كانت المطاحن رطبة بعد ان نحل باستخدام هذه المعادلة يجب ان نضرب الجواب ب $\frac{4}{3}$

Material	Specific gravity	Work index W_i
Bauxite	2.20	8.78
Cement clinker	3.15	13.45
Cement raw material	2.67	10.51
Clay	2.51	06.30
Coal	1.4	13.00
Coke	1.31	15.13
Granite	2.66	15.13
Gravel	2.66	16.06
Gypsum rock	2.69	06.73
Iron ore (hematite)	3.53	12.84
Limestone	2.66	12.74
Phosphate rock	2.74	09.92
Quartz	2.65	13.57
Shale	2.63	15.87
Slate	2.57	14.30
Trap rock	2.87	19.32

What is the power required to crutch 100 ton/hour of limestone if 80 percent of the feed pass a 2 in screen and 80 percent of the product a 1/8 in screen ??

- من الجدول
- Work index of limestone =12.74
- m=100 ton/hour
- D_{pa} =2*25.4=50.8
- D_{pb}=0.125*25.4=3.175
- P=100*0.3162*12.74*$(\frac{1}{\sqrt{3.175}} - \frac{1}{\sqrt{50.8}})$
- P=169.6 Kw

أدوات تقليص الحجم

أدوات تقليص الحجم تقسم إلى:
محطمات(الكسارات) Crushers
المطاحن grinders
مطاحن متناهية الصغر Ultrafine grinders
الآت القطع Cutting machine

المحطمات :تقوم المحطمات بأداء عمل كبير و ثقيل لكسر القطع الكبيرة من المواد الصلبة الى كتل صغيرة
يوجد محطمات أولية تعمل على تشغيل الغام تعمل على إحداث كسر في المواد الصلبة و تصغير المواد ضمن (١٥٠ -٢٥٠) مم
المحطمات الثانوية تعمل على تقليل الحجم الى جسيمات يكون قطرها تقريبا ٦ أنش
المطاحن تعمل على تحويل المواد المكسرة الى فتات ناعم (مسحوق)

المواد الناتجة من المطاحن المتوسطة تستطيع عبور أربعين mesh و معظم المواد

الناتجة من المطاحن الناعمة تستطيع عبور mesh200

المواد الداخلة على مطاحن متناهية الصغر عادة لا تزيد عن ٦ مم و الحجم الناتجة منها يكون عادة (١- ٥٠ مايكرومتر)

عمليات القطع تعطي جزئيات محددة الشكل و الحجم و عادة يكون طولها من (٢ – ١٠ مم)

الأنواع الرئيسية من الآت تقليص الحجم:

أ- الكسارات (المُحطمات)(النواتج تكون خشنة و ناعمة)

- الكسارة الفكية Jaw crusher
- كسارات اللفات crushing rolls
- الكسارة الدورانية gyratory crusher

ب-المطاحن grinders

١-مطحنة المطارق

٢-مطحنة الضغط المتداول rolling compression mills

-طاحونة bowl mill

-مطحنة الأسطوانة Roller mill

ج-مطحنة الاستنزاف attrition mill

د-مطحنة التراجع Tumbling mill

-مطحنة القضيب Rod mill

-مطحنة الكرات Ball mill (pebble mills)

-مطحنة الأنبوب Tube mill (compartment mills)

و-مطاحن متناهية الصغر Ultrafine grinders

-مطحنة المطرقة مع التصنيف الداخلي Hammer mills with internal classification

-طاحونة طاقة الموائع Fluid energy mill

-المطحنة الهائجة Agitated mill

ي- مطاحن القطع

-القواطع السكين Knife cutters

يعتمد اختيار الالة المُستخدم في التكسير على طبيعة المواد تكسيرها ، و على كمية المادة و حجمها الابتدائي و من اهم الخصائص التي يجب أخذها بعين الاعتبار:

١- الصلابة :

صلابة المادة تؤثر على استهلاك الطاقة و على وسط سطح التكسير فالمواد الصلبة و ذات النتوءات يجب استخدام ماكينات ذات سرعة قليلة لحماية عجل الكرات و يجب ان يرافق هذه العملية التزييت

و يعتبر الماس اكثر المواد صلابة حسب ترتيب موس و يعتبر التالك اقلها صلابة

٢-تركيب المادة: عادة يؤثر نوع المادة ، اذا كانت حُبيبات مثل الفحم و الصخر و الخامات المختلفة يمكن تكسيرها باستخدام الضغط و الصدم أما اذا كانت المادة ذات انسجه فإنه يجب تمزيقها اولًا

٣- المحتوى المائي : وجد عمليًا ان المواد لا تتدفق بسهولة اذا احتوت (٥-٥٠%) من الرطوبة لأنها تحت هذه الظروف تتشكل و تتراكم مع بعضها على شكل كرات

كلما كانت نسبة الرطوبة عالية تكون الطاقة المستخدمة في التكسير و الطحن قليلة

٤-قوة المادة : كلما زادت قوة المادة زادت مقدار الطاقة المُمتصة للتكسير

Crushers الكسارات المُحطمات

الكسارات هي الآت ذات سرعة بطيئة تستخدم لتقليص حجم المواد الصلبة الخشنة

و الأنواع الرئيسية للكسارات هي : الكسارات الفكية ، كسارات اللفات ، كسارات اللفات الناعمة ، كسارات اللفات المُسننة

أول ثلاث أنواع تعمل عن طريق ضغط المواد وهي تعمل على كسر كتل كبيرة من مواد قاسية جدا مثل الصخور و مواد الخام أما كسارات اللفات المُسننة تعمل على كسر المواد الطرية ، العظام و الصخر الزيتي

الكسارة الفكية (Jaw crusher)

في الكسارة الفكية يتم إدخال المواد الصلبة المراد تصغير حجمها بين الفكين و يكون الشكل بين الفكين على هيئة حرف(V)يكون الفك الأول ثابت و الفك الثاني متحرك ، يتأرجح الفك الثاني بحيث يتم تكسير المواد الصلبة و عندما يتأرجح تصبح الزاوية بين الفكين من ٢٠الى ٣٠ يتم دفع الفك المتحرك فتصبح المسافة بين الفكين ضيقة و هذا يؤدي إلى تكوين الضغط على الجزئيات و لذلك تتكسر إلى حجم اصغر

يكون شكل الفك مسطح

الكتل الكبيرة يتم حبسها بين الفكين يتم تحطيمها و تسقط من خلال المنطقة الضيقة اسفل الفكين ، الفتحة بين الفكين تفتح و تُغلق من ٢٥٠ إلى ٤٠٠ مرة في الدقيقة الواحدة

من اشهر أنواع الكسارات الفكية هي الكسارة بلاك ، هذه الالة تتكون من بتمان متصلة مع لوحتين تبديل واحدة منهم متصلة مع الفرام و الثانية مع الفك المتحرك . النقطة المحورية الموجودة في الجزء العلوي من الفك المتحرك أو قد تكون موجودة في اعلى الفكين على الخط الوسطي ل الفتحة. اكبر كمية للحركة تكون في الجزء السفلي V

و هذا يعني أن هذه الكسارة تميل إلى استخدام أسلوب الخنق

بعض الآلات يكون قطر الفتحة فيها من١,٨ إلى ٢,٤ م و هذا القطر يقبل حجر من ١,٨ و يحطم ١٢٠٠ طن /ساعة و اكبر حجم ناتج يكون قطره ٢٥٠مم و يمكن تقليل الحجم اكثر من خلال إدخال الجزئيات على الكسارات الثانوية وهي التي تكون بعد الكسارات الأساسية

و يصنع الفكين من مادة المنغنيز او الفولاذ

و تعتبر كسارة دودج الفكية نوع أخر من أنواع الكسارة الفكية ولكن تعتبر كسارة بلاك اكثر شيوعًا

احتمالية حدوث اختناق بالمواد الصلبة داخل الكسارة يكون قليل

كسارة دودج الفكية

تختلف هذه الكسارة عن كسارة بالك الفكية بأن الفك المتحرك يثبت من الاسفل و لذلك فأن الحركة تكون اقل ما يمكن في الاسفل و لكن الناتج يكون منتظم الشكل لكن هذه الكسارة اقل شيوعًا و ذلك لان قابلة للاختناق و ذلك لان الفتحة في الاعلى تتقبل كمية كبيرة من المواد و حركة الفك قليلة من الاسفل تؤدي الى حدوث اختناق

و حجم هذه الكسارة اقل من حجم كسارة بلاك بسبب تذبذب الجهد المتولد في اذرعة الماكينة و تكون الطاقة الإنتاجية قليلة ة تستخدم في المختبرات و المعامل الصغيرة و تتعامل مع أحجام صغيرة

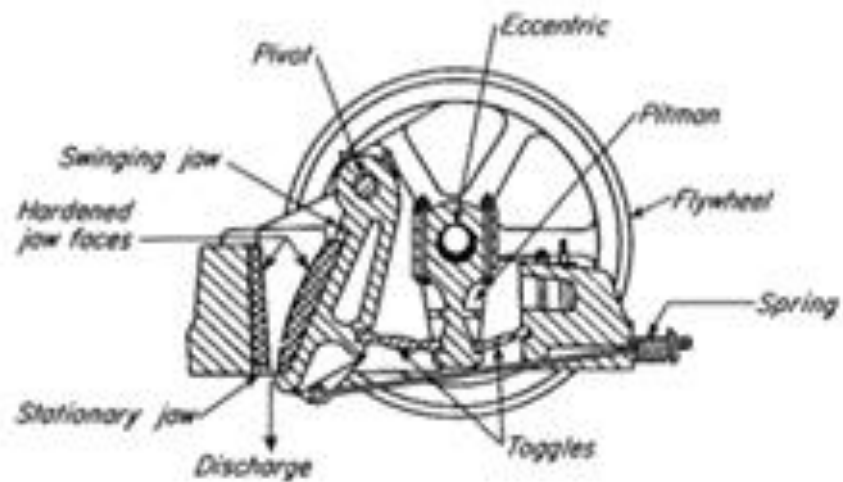



FIGURE 29.2
Blake jaw crusher.

Gyratory crushers الكسارة الدورانية

هي عبارة عن كسارة فك مع فكوك دائرية، يتم سحق المواد في مرحلة ما في جميع الأوقات

كسارة تكون من الداخل على شكل مخروط يحتوي في منطقة المنتصف على عامود يتحرك بشكل مستمر يتحرك هذه العامود حركة ترددية يمين يسار و تبقى جدار المخروط ثابتة

تدخل المواد الصلبة بين الفراغ الموجود بين الغلاف و العامود بحيث تعمل الحركة الترددية على تكسير و إعادة تكسير للمواد الصلبة حتى تخرج من فتحة التفريغ

قوة الاحتكاك لها تأثير كبيرة في هذه الكسارة لأنها قد تعمل على إبطاء عمل الكسارة

سرعة السحق النموذجية تكون من ١٢٥الى ٤٢٥ دورة لكل دقيقة لان بعض أجزاء السحق تعمل في جميع الأوقات ، التفريغ من هذه الالة يكون مستمر بدلا من ان يكون التفريغ على فترات متقطعة كما هو الحال في الكسارة الفكية الحمل على الماتور(المحرك) عادة يكون منتظم و يحتاج إلى صيانة اقل عندما نقارنه بمحرك الكسارة الفكية و مقدار الطاقة و القدرة التي تحتاجها لكل طن من المواد المكسرة تكون اقل من الكسارة الفكية . الكسارة الدورانية تعمل على تكسير ما يقارب ٤٥٠٠ طن / ساعة تختلف سعة الكسارة الدورانية حسب عدة عوامل:

١- حسب إعدادات الفك

٢-قوة الضرب و التأثير في المواد الداخلة

٣-السرعة الدورانية

و لكنها تعتمد على قوة الضغط على المواد و على نوع المادة المراد تكسيرها

المقارنة بين الكسارة الفكية و الكسارة الدورانية

الكسارة الدورانية :مستمرة ، الضياع في الطاقة اقل ، لها قدرة على إستعاب كمية كبيرة من المواد و لكن لا تستوعب أحجام كبيرة مثل الكسارة الفكية و لكن يكون الناتج منها ذو قطر اقل و منتظم و كلا الكسارتين تعتمد على الضغط

Smooth roll crusher كسارة الرولات الناعمة

تتكون هذه الكسارة من رولات معدنية ثقيلة ملساء تدور بشكل متوازي على المحور الأفقي ، تدخل المواد الصلبة إلى آلة و عندما تصل إلى الرولات تمر من بين الرولات و تتعرض إلى الضغط مما يؤدي إلى تعرض هذه الجزئيات إلى التكسر و التحطم و بعد ذلك تخرج من فتحة التفريغ . الرولات الموجودة داخل الآلة تدور مع بعضها البعض بنفس السرعة ، تكون الفتحة الموجودة بين الرولات ضيقة بحيث تستطيع قضم و تكسير الكتل الكبيرة نسبيا

الرولات يكون قطرها ٦٠٠ مم ، وتدور الرولات بسرعة تتراوح من (50-300) r/min

المقصود بها دورة /دقيقة r/min

كسارة الرولات الناعمة هي عبارة عن كسارة ثانوية ، المواد الداخلة يتراوح قطرها من (١٢-٧٥)مم و المواد الناتجة يتراوح قطرها من (١ – ١٢)مم

الحجم المحدد للجزيئات (Dp max) التي يمكن تقطيعها باستخدام الرولات يعتمد على :

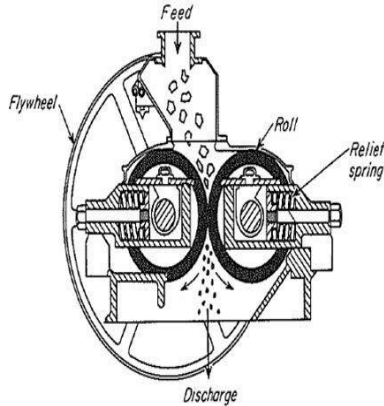
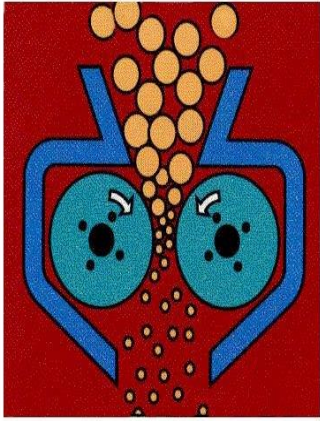
١- معامل الاحتكاك بين سطح الجزيئات و سطح الرولات

ولكن يمكن حسابه من خلال المعادلة التالية :

$$D_{p\ max} = 0.04R + d$$

R: قطر الرول

d: نصف عرض الفراغ الموجود بين الرولات

اكبر حجم للجزئيات يكون 2d

أحجام الجزئيات الناتجة تعتمد على الفراغ الموجود بين الرولات عادة كسارة الرولات الناعمة تعطي أحجام صغيرة نسبيا ، تعمل هذه الكسارة بشكل فعال جدا لتعمل على تقليص الحجم بنسبة ٣ أو ٤ : ١ القوة المبذولة من الرولات تكون عظيمة جدا تكون من ٨٧٠٠ الى٧٠٠٠٠ نيوتن /سم

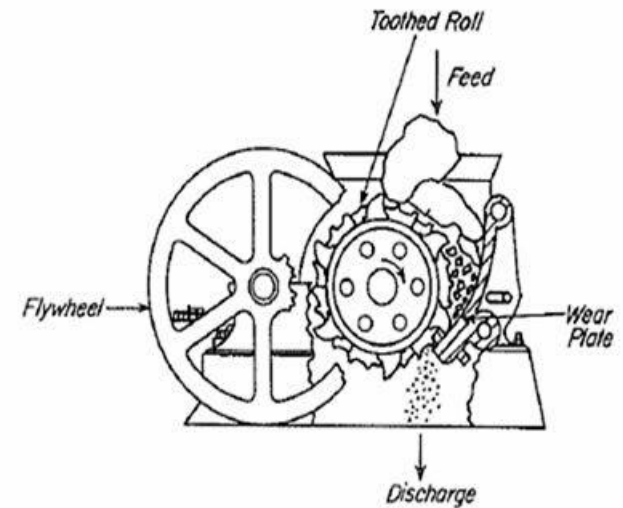
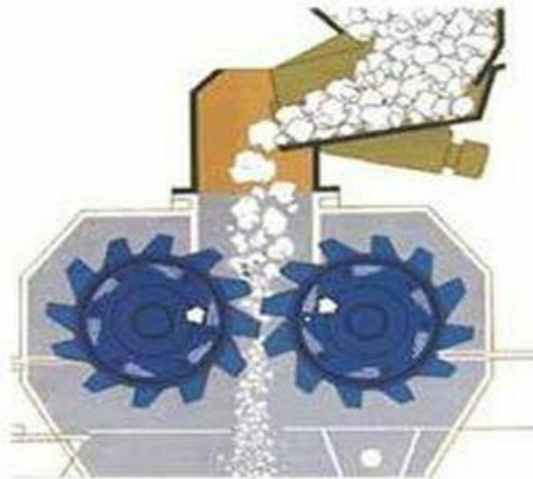
للسماح للمواد الغير متكسرة بالمرور دون الحاق ضرر بالألة يجب أن تكون لفة واحدة على الأقل مرتبطة بنابض

Toothed roll crushers كسارة الرولات المُسننة

في العديد من الكسارات تكون الرولات تحمل لفة مموجة او قضبان كسارة أو أسنان قد تحتوي هذه الكسارة على رولين كما هو في كسارة الرولات الناعمة آو قد تكون رول واحد تعمل ضد لوحة ثابتة كما هو في الشكل هناك آلة تعرف ب disintegratorsتحتوي على رولين كلاهما

يدور بسرعة مختلفة تعمل على تصغير الحجوم بعض هذه الرولات تحمل أسنان هرمية و تُستخدم لتقليص حجم المواد الخشنة و هنالك تصاميم أخرى تستخدم عددا كبيرا من الأقراص الرقيقة المُسننة التي يمكن مشاهدتها على الألواح أو الصفائح . كسارات الرولات المُسننة هي الأكثر انتشاراً و لكنها لا تستطيع أن تتعامل مع المواد القاسية جدا جدا . تعمل هذه الكسارة عن طريق الضغط و السحق و القص و الاحتكاك و ليس عن طريق الضغط وحده

تتراوح أحجام المواد الداخلة إلى هذه الالة اكبر من ٢٠٠ مم و تتراوح سعتها ٥٠٠ طن/ساعة

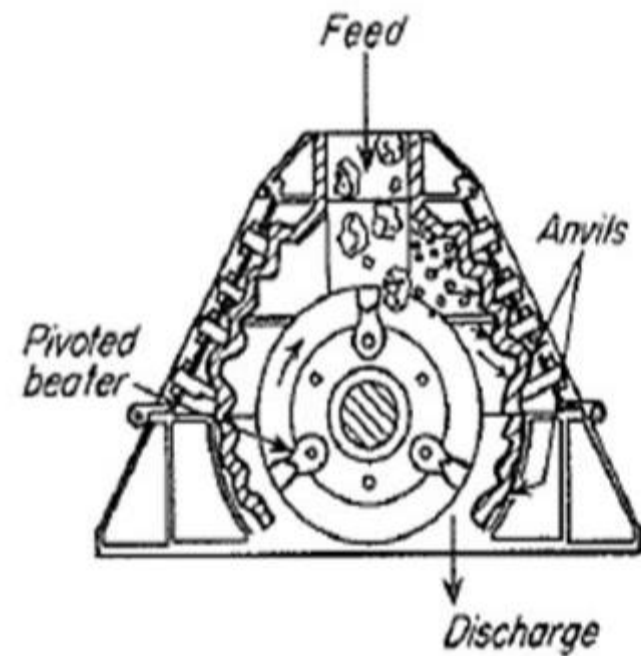
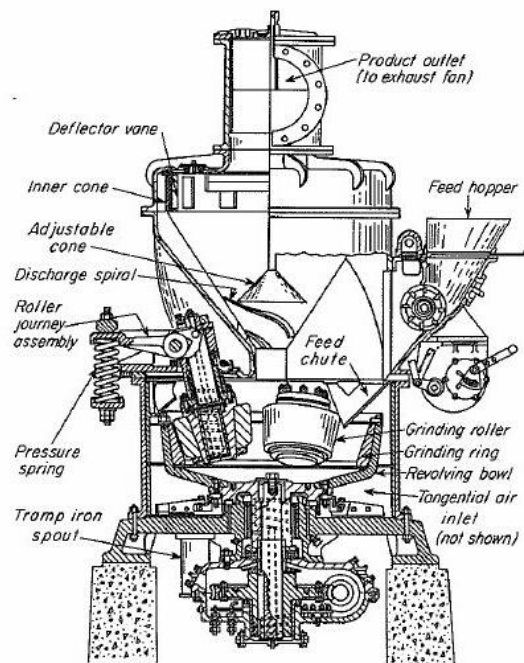
Toothed Roll crusher

Grinder المطاحن

المطحنة هي مجموعة متنوعة من آلات تقليص الحجم بشكل متوسط عادة المواد الناتجة عن الكسارة يتم إدخالها إلى الطاحونة من اجل تنعيمها و تحويلها إلى بودرة . يوجد العديد من أنواع المطاحن سنذكر بعضها: مطحنة المطارق ، مطحنة الاستنزاف ومطاحن التراجع

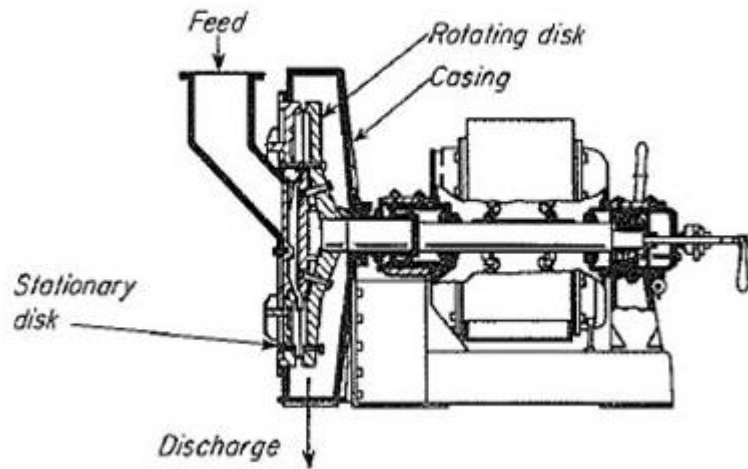
Rolling compression machine الآت ضغط الرولات

في هذا النوع من الطاحونة يتم الضغط على الجسيمات الصلبة وسحقها تتم عملية سحق المواد بين رولات المطحنة و حلقات المطحنة

طاحونة الرولات كما يظهر في الشكل تتكون من رولات أسطوانية عامودية إلى الخارج مع وجود قوة كبير في الحلقة الثابتة و هي تعمل ضمن سرعة متوسطة ضمن مسار دائري يوجد محاريث تعمل على نقل المواد الصلبة من أرضية الطاحونة و تعمل على توجيها إلى بين رولات و حلقات المطحنة أي يتم توجيها مكان حدوث تقليص للحجم ، المواد الناتجة يتم جرفها (تكنيسها ، إخراجها)من المطحنة باستخدام تيار من الهواء ليتم إيصالها إلى المصنف الفاصل الأحجام الكبيرة يتم إرجاعها إلى الطاحونة لإعادة تقليص حجمها

في مطاحن اللفات عادًة تدور اللفات على محور ثابت قد يكون أفقي أو عامودي يستخدم هذا النوع من المطاحن لتقليص حجم الحجر الجيري ،الإسمنت و الفحم و عادة تقوم هذه المطحنة بسحق المواد بمعدل ٥٠ طن / ساعة

Attrition mills مطحنة الاستنزاف

في مطحنة الاستنزاف يتم فرك المواد الصلبة الطرية بين وجه مسطح و أقراص دائرية دوارنيه ، محور هذه الأقراص قد يكون أفقي أو عامودي في المطاحن الأُحادية يوجد قرص واد ثابت و قرص واحد متحرك أما في المطاحن الثنائية يوجد قرصين متحركين بعكس الاتجاه ، تدخل المواد عبر فتحة موجودة في القرص و بعد ذلك تمر هذه المواد عبر الفراغ الضيق الموجود بين الأقراص و نقطة التفريغ، توجد مطحنة الاستنزاف بعدة أشكال منها المُسنن و مُموج و غيرها

تتكون المطاحن الأحادية من أقراص مصنوعة من الأحجار الكريمة أو صخور صلبة لتقليل حجوم المواد الصلبة مثل الطين أو قد تكون الأقراص مصنوعة من معدن لتقليص حجوم بعض المواد مثل الخشب النشأ مساحيق الحشرات ، عادة تكون الأقراص المعدنية مصنوعة من حديد ابيض و في بعض الأحيان يتم استخدام الفولاذ لأنه مقاوم للصدأ

المطاحن الثنائية (المزدوجة) تستخدم عادة لطحن و تنعيم منتجات المطاحن الأحادية تتم عملية التفريغ من خلال سحب الهواء لإزالة المواد الناتجة و منع الاختناق

يتم تبريد الالة من خلال الماء أو من خلال استخدام محاليل ملحية

قطر أقراص المطاحن الأحادية ٢٥٠-١٤٠٠ مم و تبلغ سرعتها
٣٠٠-٧٥٠ دورة/دقيقة

أما سرعة أقراص المطاحن المزدوجة
١٢٠٠-٧٠٠٠ دورة /دقيقة

كمية الطاقة التي تحتاجها تعتمد على طبيعة المواد ولكن عادة تكون
(٨-٨٠)كيلو واط . ساعة

مطحنة الشواكيش (المطارق)

هذه المطحنة تعمل عن طريق الضرب فهي تشغل قرص يدور بسرعة كبيرة و مثبتة على هذا القرص عدد من الشواكيش تتأرجح للخارج بواسطة قوة الطرد المركزي و تدخل التغذية الى المطحنة من الاعلى او من المركز و يتم تكسيره بواسطة ضربه بالشواكيش او بواسطة ضغطه بين الصفائح المحيطة بالأسطوانات وما ان تدخل التغذية الى المطحنة حتى يتم ضربه بالشواكيش و تكسيره الى قطع صغيرة جدا تنفذ من منخل موجود اسفل هيكل الطاحونة و بما إن شواكيش المطحنة مثبتة بالمفاتيح فأننا نخشى من أي تلف عند طحن المواد الصلبة جدا و يمكن استبدال اي شاكوش عند تلفه و تعتبر هذه المطحنة مناسبة أيضا للمواد التي تحتوي على الياف

تحتاج مطحنة الشواكيش الى مواد إضافية مثل ريَش ، و هذه المطحنة تعمل بشكل متقطع

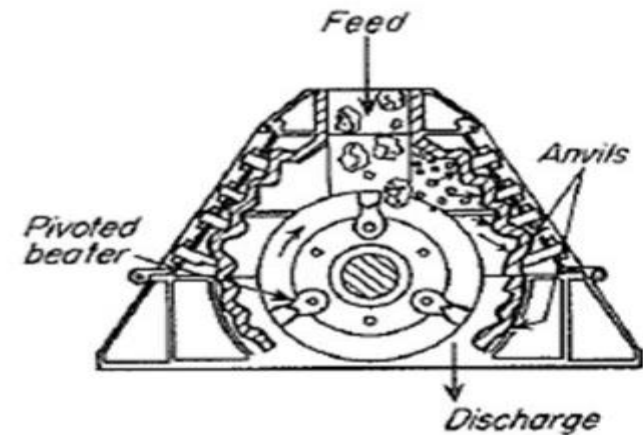
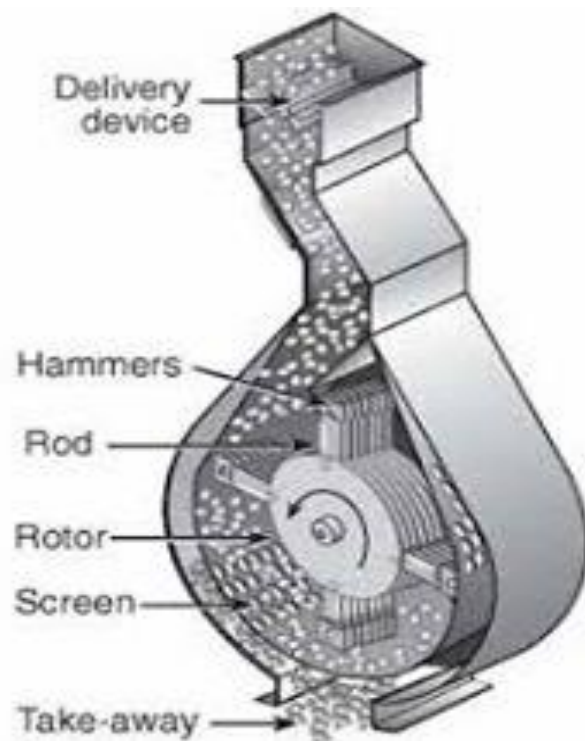
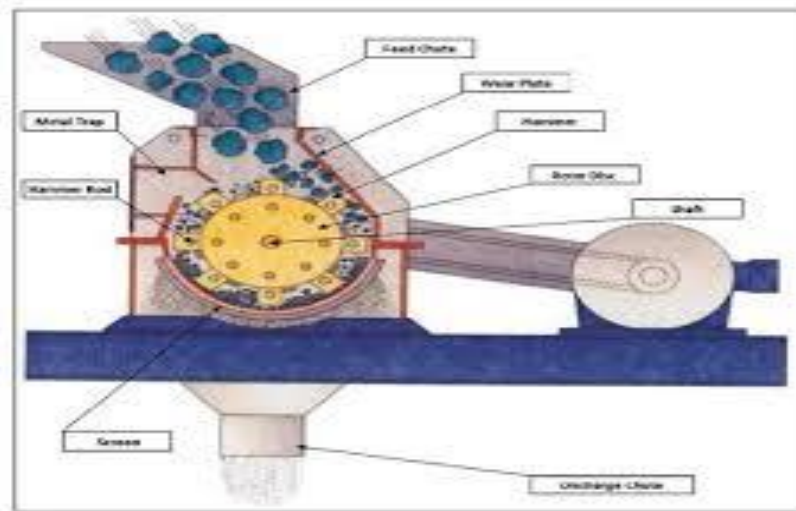
مطحنة الشواكيش عادة تعمل على طرق اغلب المواد الصلبة مثل الجلود المعجون المواد الطينة اللزجة و غيرها الكثير من المواد الصلبة

و المواد المحطمة تخرج و تعبر من شبكة تشبه المنخل بحيث تمر المواد الناعمة فقط وتعبر المنخل أما المواد كبيرة الحجم فيعاد تحطيمها مرة أخرى

طاقتها الاستيعابية ٦٠-٢٤٠من الطاقة الممتصة

جامعة البلقاء التطبيقية
AL-BALQA' APPLIED UNIVERSITY

Delivery device
Hammers
Rod
Rotor
Screen
Take-away

Feed
Anvils
Pivoted beater
Discharge

Tumbling mills مطحنة التراجع

هي عبارة عن قشرة أسطوانية تدور ببطء حول محور أفقي نصف هذه الأسطوانة مملوء ب حبيبات صلبة متوسطة الحجم

وعادة تكون القشرة مصنوعة من فولاذ مُبطن مع بورسلان و مطاط أو

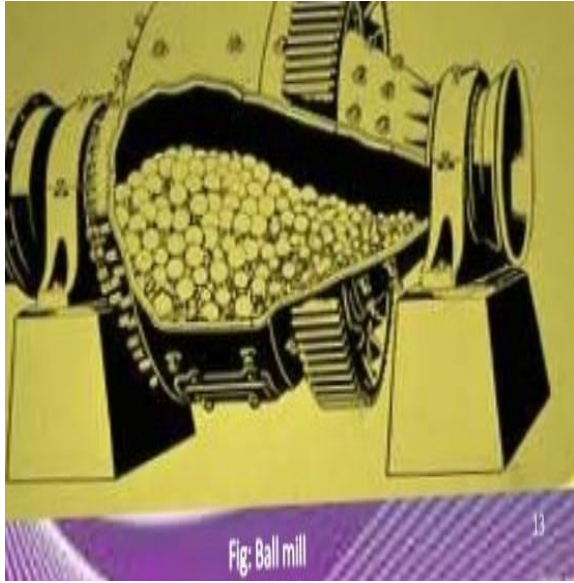
،سليكا في وسط المطحنة كرات مصنوعة من مصنوعة من معدن أو خزف (سيراميك).

تقسم المطاحن في هذه الحالة إلى قسمين :

١- مطاحن الوجبة الواحدة

٢- مطاحن ذات الوجبات المتعددة

في مطحنة الوجبة الواحدة يتم إدخال المواد الصلبة إلى المطحنة و يتم إغلاق المطحنة و يتم تشغيل المطحنة لعدة ساعات متواصلة

تكون حجم الكرات ١٢-١٢٥ مم

وبعد ذلك يتم تفريغ المطحنة والحصول على المُنتج
أما في مطحنة الوجبات المُتعددة يتم إدخال المواد الصلبة إلى المطحنة على شكل دفعات متتالية و بالتالي يتم الحصول على المواد الناتجة أيضا على شكل دفعات متتالية

مطحنة الكرات :هي احد أنواع مطاحن التراجع تستخدم بشكل كبير في مصانع صناعة الإسمنت و مواد البناء السماد الخزف الزجاج تكون هذه المطحنة مُبطنة من الداخل و تحتوي على كرات فولاذية او كرات سيراميك يتم وضع المادة الصلبة المُراد تحطيمها داخل الطاحونة و يتم إغلاقها تدور الطاحونة بسرعات مختلفة مما يتح الى نشوء تصادم بين الكرات و المواد الصلبة و هذا يؤدي الى تحطيمها
و هذا المبدأ يكون أيضا في مطحنة الأنبوب

يتم ملئ الطاحونة بالكرات إلى نصفها تقريبا عندما تدور الطاحونة تُحمل الكرات إلى جدار الطاحونة و تعمل قوة الطرد المركزي على إبقاء الكرات على اتصال دائم بجدار المطحنة من الداخل

من العوامل المهمة جدا و التي تؤثر بشكل كبير على المطحنة هي سرعة السرعة ، يجب ان تكون سرعة التشغيل دائما اقل من السرعة الحرجة

((السرعة الحرجة : عند دوران الجسم يحدث بداخله رنين داخلي والذي يسبب في اهتزاز النظام فعندما تتساوي سرعة الدوران مع القيمة العددية للتردد الطبيعي فان هذه السرعة يطلق عليها بالسرعة الدورانية

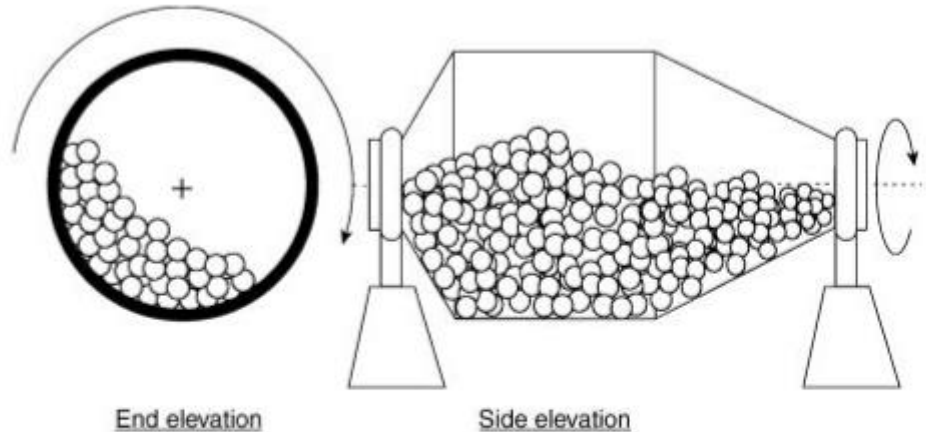
يمكن حساب السرعة الحرجة من خلال العلاقة التالية :

$$n_c = \frac{1}{2\pi} * \sqrt{\frac{g}{R-r}}$$

nc= السرعة الحرجة

g=تسارع الجاذبية الأرضية

R= نصف قطر المطحنة

r=نصف قطر الكرة

يجب أن تكون سرعة التشغيل اقل من السرعة الحرجة

لأنه عند الوصول إلى السرعة الحرجة تكون قوة الطرد المركزي مت
مع الجذب الأرضي و تكون السرعة عالية و عندها لا تسقط الكرات
الفلزية بصورة صحيحة و لا تتم عملية الطحن

فوائد طاحونة الكرات :

١-يمكن الطحن فيها جافة او مُبللة

٢-كلفة التركيب و كمية الطاقة قليلة

٣-يمكن استخدام في عدة مجالات منها «طحن المواد المُتفجرة»

٤-الوسط المُستخدم في الطحن رخيص الثمن

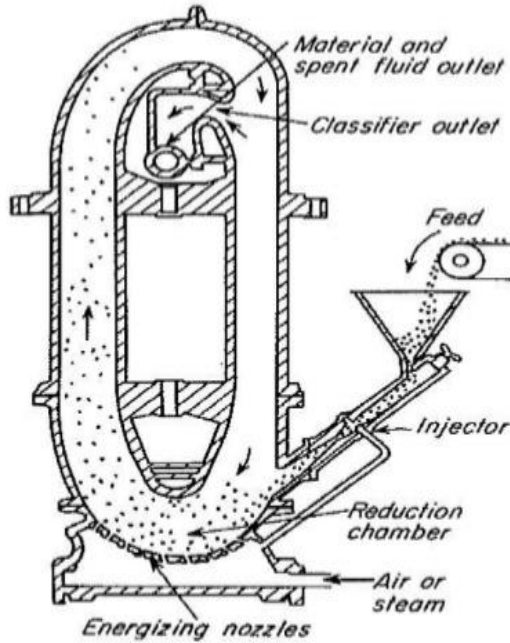
٥-تناسب جميع المواد على اختلاف قساوتها و صلابتها

٦-يمكن استخدامها بشكل وجبة واحدة او وجبات مستمرة

مطاحن متناهية الصغر

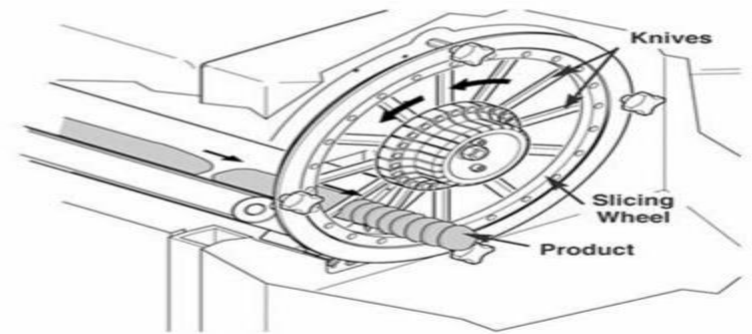
مطحنة الطرق مع التصنيف الداخلي

تحتوي هذه المطرقة على مجموعة من المطارق المتأرجحة موجودة على أقراص دورانية و أيضا يوجد مروحتين تعمل على دفع الهواء داخل المطحنة ومن اجل تفريغ المطحنة و تجميع المواد الناتجة من اجل إيصالها إلى الفاصل (مُصنف) يعمل المُصنف على فصل النواتج باعتماد على أحجامها

مطحنة طاقة الموائع

في هذه المطحنة يتم تعليق الجُسيمات و ذلك عن طريق استخدام غاز بضغط مناسب يمر من خلال مسار دائري أو بيضاوي بحيث يحمل تيار الغاز المواد إلى الأعلى إلى المصنف يحدث بعض التقليص نتيجة اصطدام المواد بالجدران و بعد أن تصل المواد إلى المصنف اذا كانت ناعمة تستطيع الخروج و لكن اذا كانت كبيرة تبقى إلى حين تصغير حجمها

الآت القطع

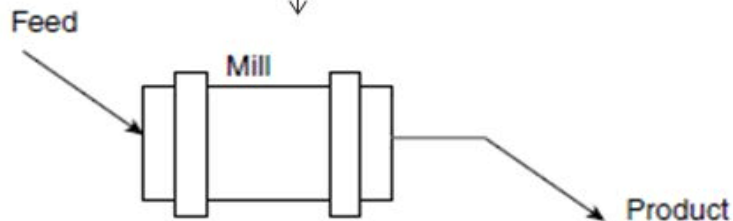
الالة القطع بالسكين

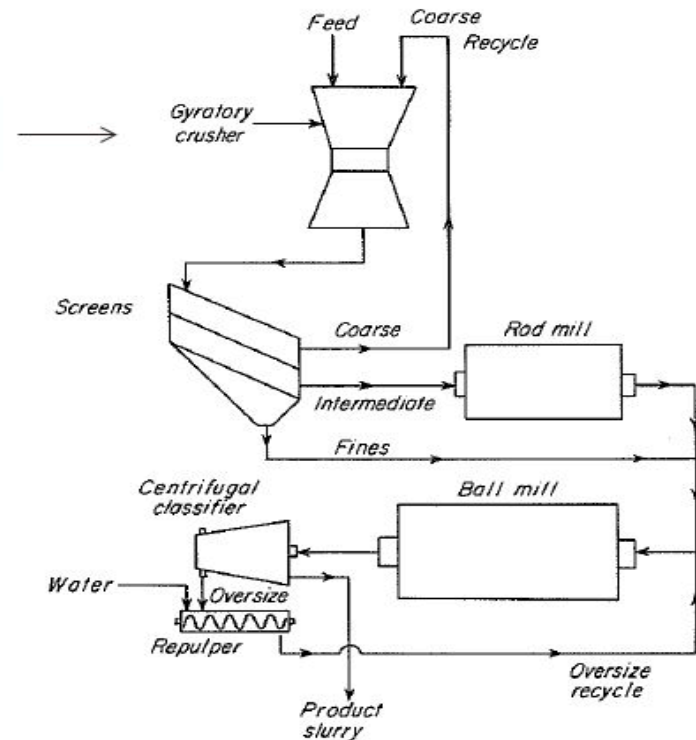
تتكون آلة القطع من دوار أفقي يدور بسرعة ٢٠٠-٩٠٠ دورة /دقيقة و يحتوي هذا الدوار من ٢-١٢ سكين طارئة صلبة و ١-٧ سكين ثابتة كل هذه المكونات تكون موجودة داخل أسطوانة متوسطة الحجم تدخل المواد الصلبة و تتعرض لعمليات قطع وتكون المواد الناتجة ذات أشكال منتظمة

عمليات الدائرة المفتوحة و الدائرة المغلقة

في بعض المطاحن عند الانتهاء من عملية الطحن يتم إخراج المواد الناتجة دون التأكد من حجمها اذا كان مناسب أو غير مناسب و لهذا السبب قد نحتاج إلى إعادة عملية الطحن اكثر من مرة و هذا ما يحدث في عملية الدائرة المفتوحة .

أما في عملية الدائرة المغلقة يتم فحص المواد الناتجة و يتم التأكد منها من خلال وجود شاشة اذا كان المواد بعد عملية الفحص خشنة فيتم إرجاعها إلى المطحنة أما اذا كانت متوسطة فيتم إدخالها إلى مطحنة القضيب و اذا كانت المواد الناتجة ناعمة فيتم إدخالها إلى مطحنة الكرات و في نهاية كل مرحلة يتم فحص المواد الناتجة إلى أن تصل إلى الحجم المطلوب فيتم إخراجها من الجهاز

Equipment Operation

- ✓ Open-circuit → material is passed only once through machine
- ✓ Closed-circuit → oversize material is recycled for second cycle of crushing

Closed circuit

Open circuit

طريقة الفصل بالتنخيل

تعد طريقة الفصل بالتنخيل من احد الطرق المُستخدمة لفصل المواد الصلبة عن بعضها البعض بالاعتماد على الحجم فقط

تستخدم هذه الطريقة في العمليات الصناعية حيثُ يتم إحضار عينات كبيرة من المواد الصلبة المُختلفة بالحجم ويتم إدخالها إلى جهاز ، يحتوي هذا الجهاز على اكثر من طبقة كل طبقة تحتوي على منخل بحيث يكون المُنخل العلوي ذو الفتحات الأكبر حجما و كلما انتقالنا إلى الأسفل تكون الفتحات اصغر حجما حتى نصل إلى المنخل الأخير و تكون الفُتحات في هذا المُنخل صغيرة جدا جدا

و في اسفل المنخل الأخير يوجد طبقة صماء أي لا تحتوي على فتحات ابدأ ، يتم وضع العينات في الطبقة الأولى و يتم إغلاق الجهاز و تشغيل الرجاج (هزاز) بحيث يتم السماح لكل جزيء صلب أن يأخذ الفتحة المناسبة لكي يعبر من خلالها و بهذه الطريقة تتم عملية الفصل

بعد مرور فترة زمنية معينة يتم إيقاف الرجاج و يتم فتح الجهاز و سوف نلاحظ إن الطبقة الأولى احتوت على الأجسام الأكبر حجما و كلما نزلنا إلى الأسفل يقل حجم الجزيئات حتى نصل إلى الطبقة الأخير و التي سوف تحتوي إلى أجسام صلبة ناعمة جدا مثل البودرة

المناخل الصناعية يتم صناعتها من أسلاك معدنية منسوجة ، أو أسلاك بلاستيكية ، تكون أشكال الثقوب مربعة أو دائرية الشكل .

عادة يتم تصنيع جهاز التنخيل من فولاذ المقاوم للصدأ

تسمى الفُتحات الموجودة بالمُنخل ب Mesh و عادة تتراوح أحجام Mesh من ٤ إنش إلى٤٠٠ إنش

معدات التنخيل

الأجهزة المستخدمة للتنخيل يجب أن تحتوي على زجاج (هزاز) و ذلك ليتم السماح لكل جزيء صلب أن يتأخذ الفتحة المناسبة ويعبر من خلالها و يمكن أن تتم عملية الرج ميكانيكا أو كهربيًا

١- **المناخل الثابتة :** هي عبارة عن شبكة متوازية من الألواح المعدنية المُنحدرة في اطار ثابت ، انحدار و مسار المواد عادة يكون موازي على طول الألواح

يتم وضع المواد الصلبة على الألواح من الأعلى ،المواد الصلبة الكبيرة تنحدر إلى الأسفل و المواد الناعمة تسقط من بين الفتحات الموجودة بين الألواح ، و هنالك مواد تكون مُنحصرة بين الألواح .

عادة المسافة بين الألواح تكون من (٢-٨) إنش

جامعة البلقاء التطبيقية
AL-BALQA' APPLIED UNIVERSITY

٢-المُنخل الدوراني

تتكون هذه الالة من مُنخلين ، المُنخل الأول يكون موجود في الأعلى و الثاني أسفله و يتم وضع هذين المنخلين في غلاف مائل بزاوية (١٦-٣٠) درجة مع الأفق وبعد ذلك يتم إسقاط خليط المواد الصلبة المراد فصلها و بعد ذلك يتم تحريك الغلاف و المناخل بشكل رأسي حتى يتمكن كل جزئ صلب من ان يتخذ الفتحة المناسبة و يعبر من خلالها

الدوران يكون بمعدل (٦٠٠-١٨٠٠) دورة /دقيقة

المناخل تكون على شكل مستطيل أبعاده (٠,٥*١,٢) م

المواد الصلبة الكبيرة تبقى على المنخل العلوي ، أما المواد الصلبة الأصغر حجما فتكون على المنخل السفلي

يحتوي كلا المُنخلين على كرات عند بدأ تشغيل هذه الالة تفتح هذه الفتحات حتى تسمح للمواد الصلبة بالمرور.

اذا كانت المواد الصلبة لزجة او اذا بقيت احد الجزيئات المُعلقة في المناخل فانه يتم تنفيذ المزيد من الاهتزازات الكهربائية و الميكانيكية حتى تتمكن المواد الصلبة من العبور

هذا المنخل مرتبط بالشاشة ليتم مراقبة الجهاز ومعالجة المشاكل التي قد تحدث بسرعة

٣- المُنخل الرجاج

هي المناخل التي تتعرض للاهتزاز بسرعة مناسبة ممكن أن تنشأ الاهتزازات كهربائياً أو ميكانيكيا

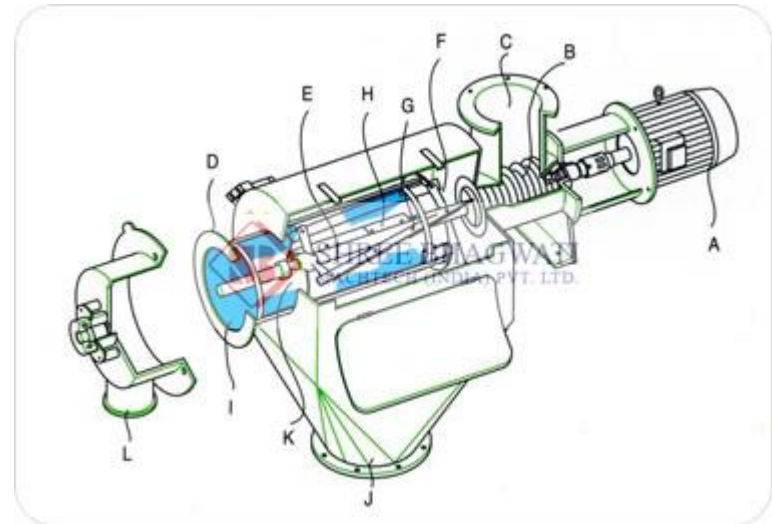
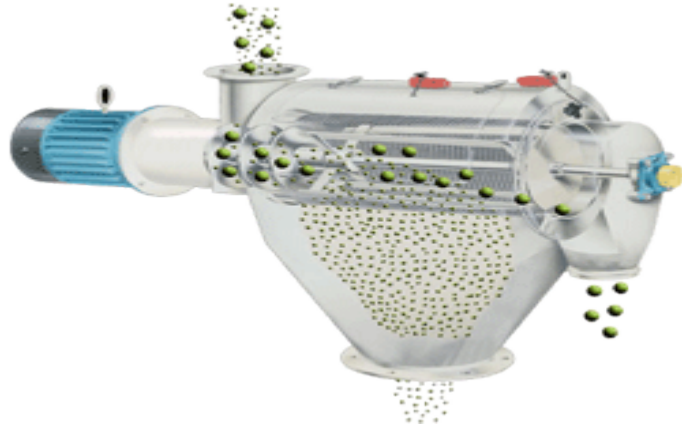
٤- المنخل الطرد المركزي

في هذه الأجهزة يكون المُنخل عبارة عن أسطوانة أفقية مصنوعة من معدن أو بلاستيك

يوجد مجاديف حلزونية على العمود المركزي تدفع المواد الصلبة إلى الداخل

المواد الناعمة تدخل عبر الثقوب إلى الداخل و لكن المواد الخشنة تبقى خارجا

جامعة البلقاء التطبيقية
AL-BALQA' APPLIED UNIVERSITY

F
C
B
E
H
G
D
A
I
K
L
J

المقارنة بين المناخل المثالية و الحقيقية

الهدف الرئيسي من المُنخل هو إدخال عينة من المواد الصلبة ذات الأحجام المختلفة للعمل على فصلها إلى جزئين ، الجزء الأول الذي يبقى على المنخل من الأعلى و الجزء الثاني الذي يمر عبر المنخل من خلال الثقوب يعتبر هذان الجزآن نواتج

في هذا الجزء سوف يتم النظر إلى النواتج على أنها مرغوب بها أو غير مرغوب بها

المناخل المثالية تعتمد على الفصل الحاد بحيث ان الجزيئات الصغيرة ب Over flowتكون اكبر من جزئيات under flow

و في الفصل المثالي يتم تعريف قطر القطع و هو القطر الذي يعمل على الفصل بين under flow و over flow و عادة يتم اختياره مساوي

لقطر Mesh

و دائما تكون كل الجزئيات الموجودة اعلى قطر القطع اكبر منه و كل الجزيئات الموجودة اسفل قطر القطع اقل منه «يُمثل قطر القطع حاجز بين الجزئيات الكبيرة و الجزئيات الصغيرة في المناخل المثالية »

** أما المناخل الحقيقية لا تعطي فصل دقيق بحيث Over flow قد يحتوي ايضا على جزئيات اصغر من قطر القطع

و لذلك لأنه في الوضع الطبيعي قد تعمل الجزئيات الكبيرة عائق امام حركة الجزئيات الصغيرة بحيث تعمل على سد الفتحة التي تمر منها مما يؤدي إلى وجود جزيئات صغيرة في Over flow

كفاءة المنخل

كفاءة المُنخل : هي قياس نجاح المنخل في الفصل الدقيق بين (أ) و (ب) اذا كان المنخل يعمل بشكل مثالي سوف تكون كل جزئيات (أ)في Over flowو جزئيات (ب) في Under flow

العوامل المؤثرة على كفاءة التنخيل

١-حجم فتحات المُنخل
٢-الزاوية التي تُضرب بها الحبيبات على سطح المُنخل
٣-حجم الحبيبة النسبي الى حجم الفتحة التي سيمر منها
٤-نسبة الرطوبة في العينة
٥- معدل التغذية
٥- حركة المُنخل
٦-إضافة الماء

المشاكل التي يمكن حدوثها أثناء عملية التنخيل

١- تحطم المُنخل

٢-تآكل المُنخل

٣-كفاءة قليلة

٤-انسداد و انغلاق الفُتحات

الحلول هذه المشاكل

١-تقليل كمية التغذية

٢-تقليل الرطوبة

٣- التحكم بسرعة الرجاج

F=B + D

F: المواد الداخلة على المُنخل

B:under flow المواد الموجودة ب

D:over flow المواد الموجودة ب

$$F._{XF} = B._{XB} + D._{XD}$$

$$\frac{D}{F} = \frac{X_F - X_B}{X_D - X_B}$$

$$E_A = \frac{D.X_D}{F.X_F} \qquad E_B = \frac{B.(1-X_B)}{F.(1-X_F)}$$

$$\frac{B}{F} = \frac{X_D - X_F}{X_D - X_B}$$

$$E = E_A.E_B = \frac{D.B.X_D(1-X_B)}{F^2.X_F\,(1-X_F)} = \frac{(X_F - X_B)(X_D - X_F)X_D(1-X_B)}{(X_D - X_B)^2\,(1-X_f)X_F}$$

مثال: تم فصل خليط من الكوارتز باستخدام التنخيل بالاعتماد على الجدول احسب

1000 OPERATIONS INVOLVING PARTICULATE SOLIDS

TABLE 30.1
Screen analyses for Example 30.1

		Cumulative fraction smaller than D_p		
Mesh	**D_p, mm**	**Feed**	**Overflow**	**Underflow**
4	4.699	0	0	
6	3.327	0.025	0.071	
8	2.362	0.15	0.43	0
10	1.651	0.47	0.85	0.195
14	1.168	0.73	0.97	0.58
20	0.833	0.885	0.99	0.83
28	0.589	0.94	1.00	0.91
35	0.417	0.96		0.94
65	0.208	0.98		0.975
Pan		1.00		1.00

$$\frac{D}{F} = ??$$

كفاءة المنخل =؟؟

في المنخل ذو فتحات Mesh10

$$\frac{D}{F}=\frac{X_F-X_B}{X_D-X_B}=\frac{0.47-0.198}{0.85-0.195}=0.415$$

$$E = E_A.E_B=\frac{D.B.X_D(1-X_B)}{F^2.X_F\ (1-X_F)} = \frac{(X_F-X_B)(X_D-X_F)X_D(1-X_B)}{(X_D-X_B)^2\ (1-X_f)X_F}$$

$$=0.669$$

سعة و كفاءة المُنخل

سعة المناخل تقاس بكتلة المواد الداخلة إلى المناخل لكل وحدة زمن ، السعة و الكفاءة مفهومين متضادين حتى نحصل على كفاءة عالية يجب أن تكون كمية المادة قليلة ، و العكس صحيح لحل هذه المشكلة و حتى نصل إلى شيء من الاعتدال بين السعة و الكفاءة يجب أن نتحكم بكمية المواد الداخلة بحيث تكون كمية المادة الداخلة كمية معتدلة لأنه عندما تكون كمية المواد الداخلة كبيرة سوف يكون الحمل كبير و بالتالي لم يجد كل جزئ الفتحة المناسبة في المنخل للخروج منها لذلك يفضل أن تكون الكمية المُستخدمة كمية مُعتدلة مع الزمن

هنالك العديد من العوامل التي تؤثر على كفاءة و فعالية طريقة الفصل بالتنخيل واهمها طبيعة المواد (لزجة ،تتماسك و تتكتل مع بعضها في حال وجود مصدر رطوبة) انسداد الثقوب و بالتالي سوف نلاحظ وجود جزئيات ناعمة جدا مع الجزئيات الخشنة «طبيعة المواد تتحكم بشكل كبير ب كفاءة و فعالية طريقة الفصل بالتنخيل «

طريقة الفصل بالتجفيف

جامعة البلقاء التطبيقية
AL-BALQA' APPLIED UNIVERSITY

التجفيف : هي عملية إزالة كميات صغيرة نسبيا من الماء أو أي
سائل أخر من المادة الصلبة لتقليل محتوى المادة نسبيا من المواد السائلة
وعادة تكون عملية التجفيف هي الخطوة النهائية في سلسلة العمليات و غالبا
بعد القيام بعملية التجفيف يكون المنتج جاهز للتخزين و التعبئة النهائية
يمكن إزالة الماء أو السوائل الأخرى من المواد الصلبة آليا باستخدام بطرق
عديدة مثل استخدام الضواغط او الطرد المركزي و لكن سوف نقتصر
على دراسة التجفيف حراريًا
و يعتبر التجفيف الميكانيكي ارخص من الحراري لذلك يُنصح باستخدام
الطرق الميكانيكية قبل الحرارية

من المعلومات المهمة التي يجب معرفتها هي انه بعد تجفيف المادة يبقى فيها كمية قليلة من السوائل

بشكل عام عملية التجفيف هي عملية تقليل محتوى السائل من المادة الصلبة على سبيل المثال يحتوي ملح الطعام المُجفف على ٠,٥% من الماء و الفحم المقوى على نسبة ٨% من الماء

ف التجفيف هو مصطلح نسبي لتقليل كمية السائل و ليس إزالتها نهائيا

قد تكون المواد الصلبة المراد تجفيفها ذات أشكال مختلفة قد تكون على شكل حبيبات أو بلورات أو مساحيق أو الواح ،وقد تكون المادة المراد تبخيره على سطح المادة الصلبة كما هو الحال في بلورات الملح الجاف ، وقد يكون داخل المادة الصلبة كما هو الحال في إزاله المذيب من ورقة البوليمر ،أو قد يكون جزءًا من الداخل و جزءًا من الخارج

الأسباب التي تدعو إلى التجفيف :

١-تقليل تكلفة النقل

٢-تزويد المادة بصفات معينة (كتزويد الملح بحرية الرش

من الأشياء الواجب مراعاتها عند اختيار طريقة التجفيف المناسبة أن لا يحدث تغيير لصفات المواد و خصائصها . عند تجفيف الأدوية يجب استخدام الطريقة المناسبة للتجفيف و ذلك لضمان عدم حدوث تلويث للمنتج)

٣-منع التكتل

٤- جعل المواد منسبة لنقل و التداول

أصناف المُجففات

لا يوجد طريقة بسيطة لتصنيف معدات التجفيف . بعض المجففات تكون مستمرة و بعض تعمل على نظام دُفعات ، بعضها تتعامل مع مواد معينة و بعضها تتعامل مع مُختلف المواد ، أيضا تختلف المجففات عن بعضها بطريقة التشغيل ولكن بشكل عام يمكن تصنيف المُجففات إلى قسمين رئيسين هما

مُجففات تتعرض فيها المادة الصلبة مباشرة للغاز الساخن

مُجففات يتم فيها نقل الحرارة إلى المواد الصلبة من الوسط الخارجي

*تسمى المُجففات التي تتعرض فيها المواد الصلبة للهواء الساخن ب (المُجففات العادية أو المُباشرة)(direct or adiabatic)

(*تسمى المُجففات التي تتعرض إلى انتقال الحرارة من وسط خارجي ب المجففات غير العادية أو غير المباشرة) (indirect or nonadiabatic)

التعامل مع المواد الصلبة داخل المُجففات

١-فى المُجففات المُباشرة أو العادية:

١- يتم نفخ الغاز على لوح المادة الصلبة الذي يحتوى بداخله على المواد الصلبة على الوجهين أو على وجه واحد
و تسمى هذه العملية بcross circulation drying

٢- يتم نفخ الغاز بين الحبيبات الصلبة الخشنة الموجودة على السطح و تسمى هذه العملية Through circulation drying

مع مراعاة أن تكون السرعة منخفضة لتجنب انحراف المواد الصلبة عن مسارها

٣-يتم تجفيف المواد الصلبة من خلال مرور تيار غاز بطيء و تحدث هذه العملية داخل مجفف دوراني

٤-يتم تجفيف المواد الصلبة الموجودة داخل أسطوانة من خلال تمرير تيار غاز من الأسفل

٥- يتم تعريض المواد الصلبة إلى تيار هواء عالي السرعة

٢- فى المجففات الغير العادية أو غير المباشرة

١- تتنشر المواد الصلبة على سطح أفقي ثابت أو بطيء الحركة و يتم طبخها حتى تجف ، السطح الأفقي يمكن تسخينه كهربائيا أو بواسطة حودث انتقال للحرارة بين سائل ساخن و السطح الأفقي

٢- يتم تحريك المواد الصلبة على سطح ساخن باستخدام ناقل أو مجداف

٣-يتم وضع المواد الصلبة على سطح مائل ساخن بحيث تتعرض الجزئيات للسطح الساخن طوال نزولها على السطح بفعل تأثير الجاذبية الأرضية

تعتبر الرطوبة الطريقة التي تعبر عن نسبة الماء في العينة الصلبة و عندما تتعرض المادة إلى الهواء فأنه يصل إلى حالة الاتزان مع المادة الصلبة الرطبة عن طريق انتقال الماء إلى الهواء الأقل رطوبة ة تختلف الرطوبة عند الاتزان باختلاف درجة الحرارة و توجد الرطوبة في المادة الصلبة على شكلين أما مرتبط مثل الماء الموجود في المسامات أو في الشعيرات أو في خلايا المواد أو قد يكون على شكل حر اذا زاد عن قيمة الاتزان عند إدخال الهواء لهدف التجفيف فانه نادرا ما يكون جافا ١٠٠% وعن هذه القيمة يوجد قيمة للرطوبة في حالة الاتزان

تسمى كمية الرطوبة التي لا يمكن إزالتها من المادة الصلبة الرطبة بالرطوبة عند الاتزان و الرطوبة الحرة هي الفرق بين كمية الماء الكلية في الصلب و الرطوبة عند الاتزان

$$x = x_t - x^*$$

X الماء الحر

X* كمية الماء عند الاتزان

Xt كمية الماء الكلية

(أساسيات عملية التجفيف) (مبادئ التجفيف)

بسبب وجود مجموعة واسعة من المواد التي يتم تجفيفها و بسبب وجود عدد كبير من المُعدات المُستخدمة في عملية التجفيف كان من الصعب إيجاد نظرية واحدة تغطي كل المواد و المعدات المستخدمة و لهذا السبب يتم تصميم أجهزة تجفيف خاصة لكل مصنع على حد سواء و ذلك بالاعتماد على طبيعة و خصائص المواد

توزيع الحرارة داخل المجفف

يختلف توزيع الحرارة في المجفف باختلاف طبيعة و كمية السائل في العينة الأصلية و على درجة التسخين و زمن التجفيف و درجة الحرارة المسموح بها في نهاية التجفيف

ففي المجففات الغير مستمرة تزداد درجة حرارة المادة الصلبة بسرعة عن قيمتها الابتدائية و قيمة درجة الحرارة اللازمة للتبخير و في المجففات المستمرة فأن كل جزء من المادة الصلبة تزداد فيها درجة الحرارة من القيمة الابتدائية إلى القيمة النهائية و تختلف مع طول المجفف

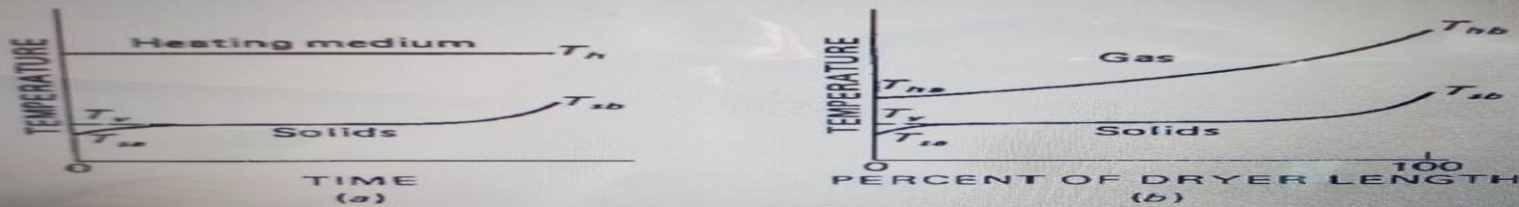



FIGURE 24.2
Temperature patterns in dryers: (a) batch dryer; (b) continuous countercurrent

المعدات المستخدمة في التجفيف

تصنيف و اختيار المجففات :

لا توجد طريقة سهلة لتصنيف المجففات حيث يوجد المئات منها في الأسواق و حاول العلماء وضع أسس يتم على أساسها تصنيف المجففات حيث قام العالم كرول بوضع اهم العوامل التي يجب أخذها بعين الاعتبار لاختيار المجفف :

١-مقدار درجة الحرارة و الضغط داخل المجفف

٢-طريقة تزويد الحرارة

٣-الطريقة التي يتم فيها تزويد المادة الرطبة إلى المجفف

٤-الطريقة التي يتم فيها إدخال الهواء

٥-طبيعة المادة المراد تجفيفها

٦-التكلفة

تجفيف المواد الصلبة بفعل الحرارة يتم عادة بحساب كمية الحرارة اللازمة لتبخير الماء و من ثم تزويدها للمجفف

أهداف استخدام الحرارة في المجفف :

١-رفع درجة حرارة المواد الداخلة لدرجة حرارة التبخير

٢-تبخير السائل

٣-تسخين المادة الصلبة لدرجة الحرارة النهائية

٤-تسخين الماء لدرجة الحرارة النهائية

$$q_T = Cp_s(T_{sb} - T_{sa}) + X_a\ Cp_l(T_v - T_{sa}) + (X_a - X_b)\boldsymbol{\lambda} + X_b Cp_l(T_{sb} - T_v) + (X_a - X_b)Cp_v(T_{va} - T_v)$$

نظريات التجفيف

في عمليات التجفيف هناك انتقال مادة و انتقال حرارة (طاقة) و نظرية التجفيف تعتمد على :

١-طبيعية المادة الصلبة

٢-طريقة اتصال الغاز بالمادة الصلبة

و كلما كانت كمية السائل الموجودة في المادة الصلبة كبيرة كلما زاد الوقت اللازم لعملية التجفيف

معدل التجفيف

خلال عملية التجفيف من الضروري إزالة الماء عن سطح المادة الصلبة و من داخلها أيضا و لمتابعة معدل التجفيف يتم رسم منحنى يبين كيفية تغير الرطوبة مع الزمن
المنطقة ABيكون فيها معدل التجفيف ثابتا

والمنطقة BC يكون فيها تناقص ثابت في معدل التجفيف مع تناقص كمية

الرطوبة ويمكن حساب نسبة الرطوبة في نهاية المنطقة Abعند النقطة B

وتسمى كمية الرطوبة الحرجة

في خلال منطقة التجفيف الثابت فإننا نفترض أن التجفيف يتم من السطح المشبع ببخار الماء عن طريق انتقال بخار الماء في طبقة ساكنة رقيقة من الهواء المتحرك و يكون التجفيف في هذه المنطقة ثابتا و ذلك لان انتقال الماء من السطح الداخلي للسطح الخارجي يحتاج فترة زمنية طويلة مما يبقى السطح مبللا فيكون معدل التجفيف ثابتا و بعد هذه الفترة يبدأ تناقص الماء من الشعيرات و نصل لنقطة حرجة تبدأ فيها كمية الماء بالتناقص عن السطح و هذا يحدث بالبداية للشعيرات الكبيرة و تصبح المسافة المعرضة لانتقال الماء من المادة الصلبة اقل و لذا فان معدل التبخير يقل و نقصد هنا أن معدل التبخر للمنطقة المبللة يبقى ثابتا يبقى التبخير قريبا من السطح و يكون معدل التجفيف على شكل خطي و بمعنى أخر فأن فترة التناقص الأولى تمثل ظروفا يكون السطح فيها غير قادرا على تزويد رطوبة إلى الهواء حتى تشعبه و يعد العامل المتحكم بهذه المرحلة هو كيفية انتقال المادة إلى السطح من الداخل و بنهاية هذه المرحلة يمكن الاستنتاج أن السطح اصبح جافا و عملية التبخير ستبدأ من المناطق الداخلية و المعبأة بالهواء اكبر .

- و بالتالي تصبح كمية الماء قليلة بحيث لا تسمح بوجود طبقة مستمرة من الماء لان الهواء يملئ الشعيرات و تنتقل الحرارة في هذه المنطقة بالتوصيل من خلال من خلال الصلب و بالتالي يصبح هناك فروق في درجات الحرارة خلال المادة الصلبة و بما أن عملية التجفيف داخلية اكثر من أنها خارجية يكون منحنى التجفيف مقعر و نقطة بدايته هي النقطة الحرجة الثانية و يكون معدل التجفيف ثابت لبعض المواد

1.0

0.5

0

0.05

0.10

0.15

B

A

C

R, DRYING RATE, LB/(FT²)(HR)

X, FREE MOISTURE, LB/LB DRY SOLID

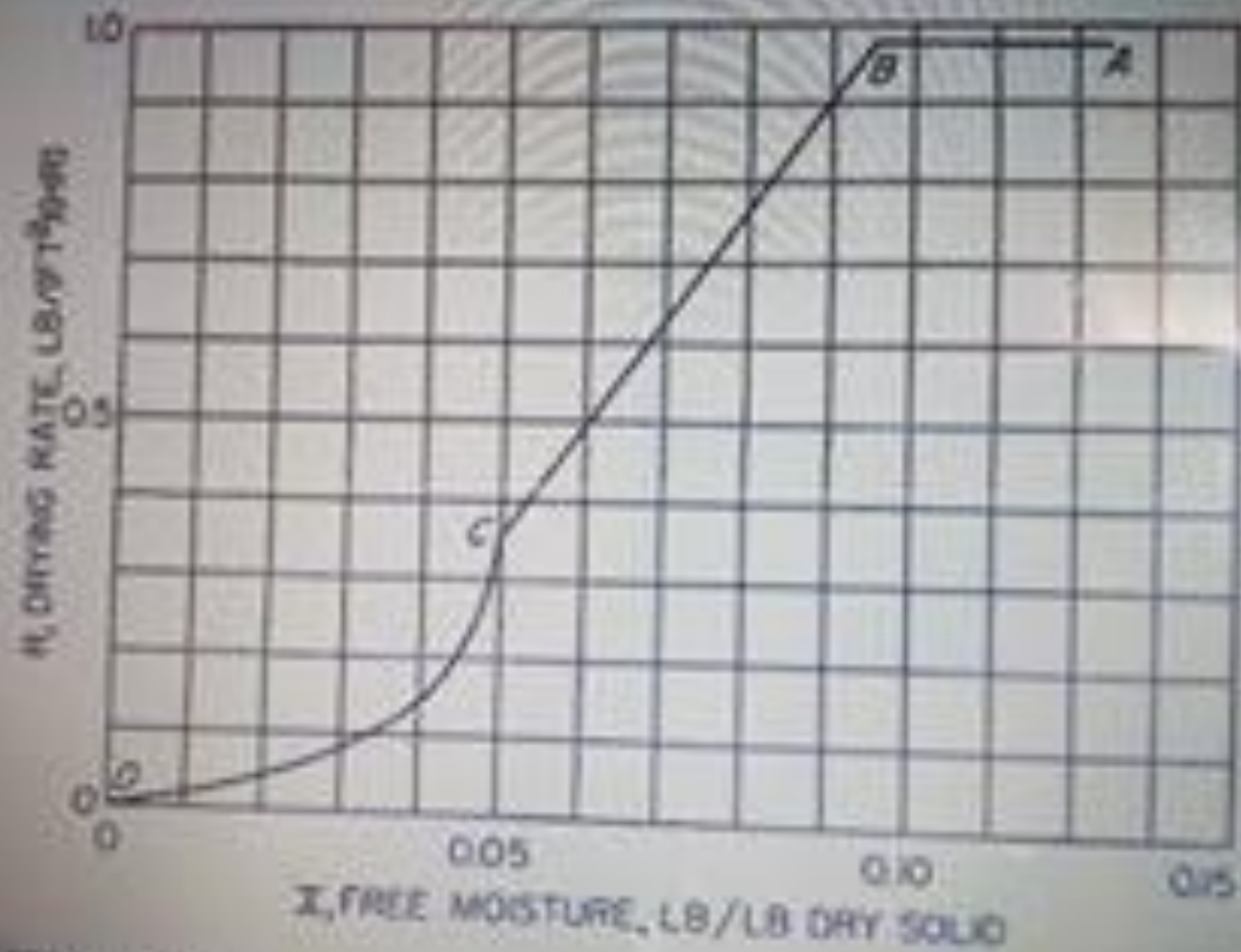



FIGURE 24.3

زمن التجفيف

- $t = \frac{-m_s(X_2 - X_1)}{A\ R}$
- X الرطوبة بالعينة
- Ms (kg) كتلة المادة الصلبة
- A (m2) المساحة المعرضة للتجفيف
- R (Kg/m2.s) معدل التجفيف

أنواع المجففات

المجفف الرذاذ :

في هذا المجفف يتم تبخير المحاليل بطريقة حرارية ،يتم إدخال المحلول في (خلال) خط هواء أو غاز ساخن على شكل رذاذ أو حبيبات صغيرة جدا .

ويتم تبخير الرطوبة بسرعة من خلال إدخال الغاز أو الهواء الساخن .

يكون المحلول و الغاز في اتجاهين متعاكسين أو بنفس الاتجاه (متوازيين) فتحات ضيقة يتم تكوين الرذاذ Nozzlesمضغوطة أو باستخدام قرص

مثقب يدور بسرعة كبيرة .بأي الأحوال يجب منع الرذاذ بالاصطدام بجدران المجفف قبل أن تجف و عادة تكون المجففات كبيرة الحجم لها قطر (٢,٥-٩)م و زمن التجفيف يكون عادة اقل من ثانية تقريبا وعادة يكون المجفف على شكل اسطواني وله شكل مخروطي من الأسفل يتم ضخ السائل من خلال قرص الرذاذ من اعلى المجفف وعادة يكون القرص له قطر ٣٠٠ مم و يدور بسرعة (٥٠٠٠-١٠٠٠٠) دورة بالدقيقة

و هذا القرص هو المسؤول على تشكيل الرذاذ

Feed tank
Liquor or slurry supply from storage
Feed pump
Atomizer
Dampers
Fan exhaust to atmosphere
Hot air inlet
Spray disk
Instant drying chamber
Exhaust fan
Stack
Fan platform
Gas outlet
Cyclone
Furnace
Rotary product valve
Motorized dust valve
Hopper
Floor level
Motor
Spiral conveyor
Finished product to storage

FIGURE 24.15
Spray dryer with parallel flow.

المُجفف الدوراني

يتكون المُجفف الدوار من دوار اسطواني الشكل يميل على السطح الأفقي يتم إدخال المواد الرطبة من طرف الأسطوانة و يتم الحصول على المواد

الجاف من الطرف الثاني

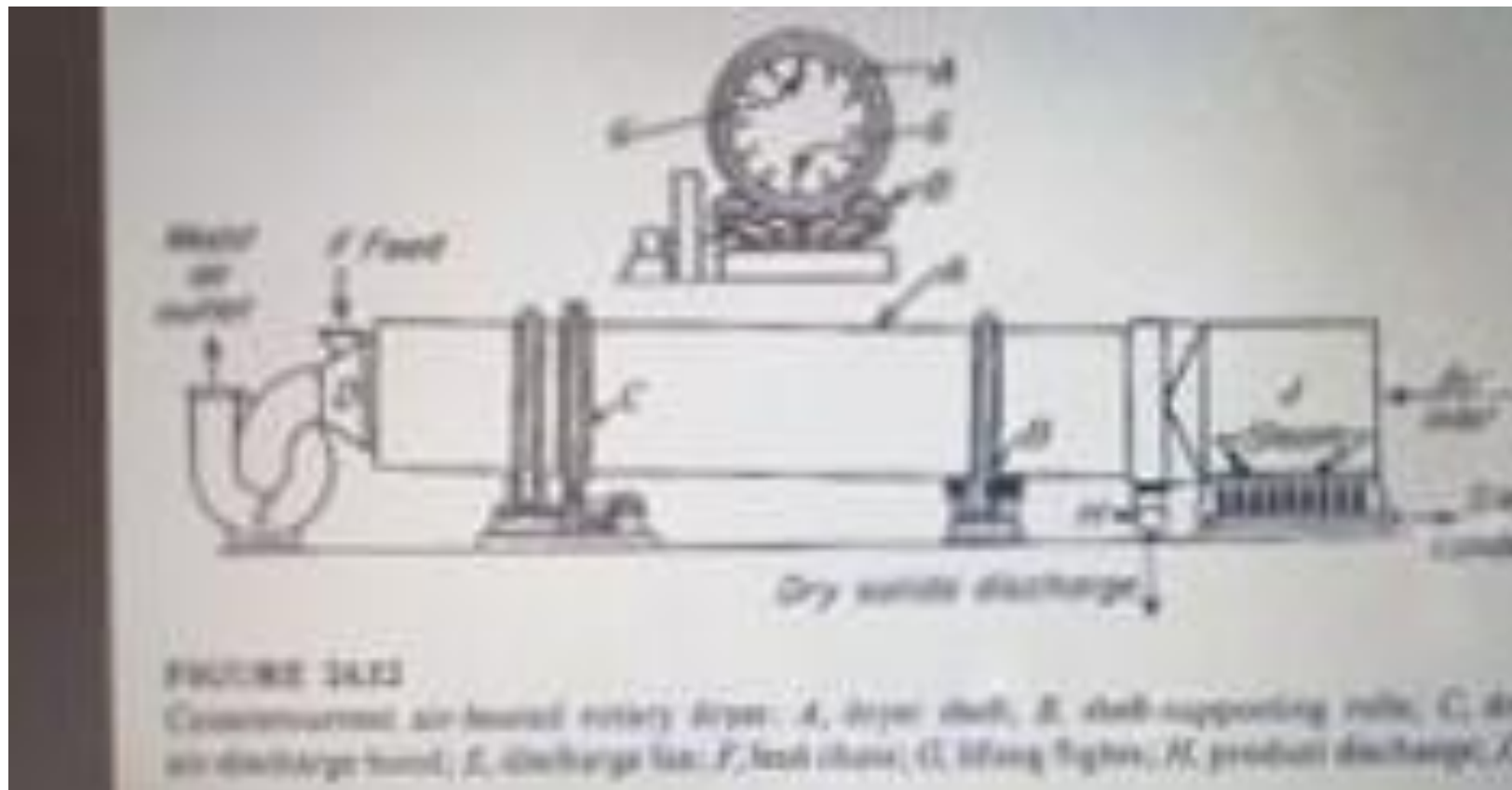
يتم التسخين بطريقة مباشرة بالغاز الساخن وقد تتم بطريقة غير مباشرة عن طريق أمرار الغاز في جيب الخارجي أو عن طريق بخار مار في أنابيب مثبتة في الأسطوانة من الداخل و في الرسم أدناه مثالا على مجفف دوار حيث تدور الأسطوانة المصنوعة من ستانليس ستيل و مثبتة على أحمال و تحرك بواسطة تروس عند و في النهاية يوجد غطاء عند مرتبط بمروحة إلى مدخنة و صنبور عند حيث يتم إدخال التغذية من عند و توجد في داخل الأسطوانة زوايا متحركة تعمل على تخزين المادة داخل الأسطوانة و في نهاية الأسطوانة يخرج الناتج جافا عن طريق المحلول

والان لترى مدخل الهواء حيث يدخل الهواء أولا على أسطوانات بها بخار لتسخينه ثم يمر عبر مروحة إلى الداخل أو تسحبه مروحة كما في الشكل و تستخدم المجففات لتجفيف السكر و الملح و المواد الصلبة على شكل بلورات و حبيبات و لأي مواد يجب بقاءها نظيفة و تعتمد السرعة داخل المجفف على خصائص التغير للمواد وتكون من

٤٠٠ باوند /قدم٢.ساعة الى٥٠٠٠باوند/قدم٢.ساعة و درجات الحرارة الهواء من(٢٥٠ف-٣٥٠ف) للهواء المسخن بالبخار ومن (١٥٠٠٠ف-١٠٠٠ف) للغاز من الأفران و يكون قطر المجفف عادة من (٣-١٠)م

يمكن أن تغطى الأسطوانة من الداخل بمواد بلاستيكية لتجنب أي تلوث للمنتج

Feed

Dry solids discharge

الفصل بالترسيب

تعتمد كثير من طرق الفصل الميكانيكي على حركة الجسيمات الصلبة أو القطرات السائلة في الموائع (المائع : السائل ، البخار) قد تكون الموائع ثابتة أو متحركة في بعض الحالات يكون الهدف من هذه العملية هو تنقية السائل من الملوثات أو تنقية الهواء من الغبار و الأبخرة من أو إزالة المواد الصلبة من الملوثات

اذا قمنا بإسقاط جزيء صلب في مائع فأنه سوف يمر في مرحلتين

المرحلة الأولى : الجزيء بدأ حركته من السكون (سرعته الابتدائية تساوي صفر) وبعد ذلك أصبحت سرعة الجزيء تزداد من صفر إلى أن وصلت إلى مقدار السرعة الطرفية و بسبب وجود تغير في مقدار السرعة فأن الجسم اكتسب تسارع ضمن هذه المرحلة

المرحلة الثانية :عند وصول سرعة الجسم إلى مقدار السرعة الطرفية
المرحلة الأولى هي مرحلة قصيرة جدا جدا تكون اقل من عُشر الثانية
لذلك معظم التطبيقات تستخدم المرحلة الثانية

الجزئيات الأثقل الموجودة في المائع يمكن أزالتها من مائع من خلال وضع هذه العينات داخل صندوق ترسيب بحيث تستقر هذه الجزئيات في
قاع هذا الصندوق لان سرعة المائع منخفضة

يوجد أجهزة بسيطة من هذا النوع و فائدتها محدودة بسبب عدم اكتمال عملية الفصل و أيضا نحتاج إلى إزاله المواد الصلبة التي استقرت في
اسفل الوعاء

في الفواصل الصناعية يتم تزويدها باجهزة تعمل على الازالة المستمرة للمواد من اسفل الوعاء لذلك عملية الفصل يمكن ان تكون جزئية او شبه مكتملة
الاجهزة التي تعمل على ازالة المواد الصلبة تسمى ب (المُنقي)
و الاجهزة التي تعمل على الفصل الى جزئين تسمى ب (المُصنف)

معظم المُصنفات الكيميائية تعمل على الفصل بالاعتماد على الحجم

المُصنفات الكيميائية عادةً تستخدم الدائرة المغلقة خاصة في العمليات المعدنية

عادة تسمى الجزئيات الخشنة ب sand رمال

و الجزيئات الناعمة ب Slimes

عادة يتم إعطاء وقت كافي حتى تستقر الجزئيات الخشنة في القاع أما الجزئيات الناعمة فأنها تخرج مع الماء المتدفق بحيث لا يتم إعطائها وقت لتترسب

في المصنفات الميكانيكية النموذجية يكون وعاء التسوية شبه اسطواني يميل عن الأفق ب زاوية ١٢ يتم إدخال المواد من منطقة المُنتصف بحيث تستقر المواد الأكبر حجما في الاسفل و يتم ضبط التدفق حتى لا يسمح للمواد الناعمة بالترسب .

تستقر المواد الأكبر حجما في الأسفل و يعمل الناقل الحلزوني الدوار على تحريك المواد الصلبة المستقرة لأعلى و يعمل على إخراجها من بركة السائل

بعد استخدام المُصنفات يجب استخدام المُنقيات او الثكنر و ذلك للعمل على التخلص من الجزيئات الناعمة التي بقيت في المائع المتدفق و ذلك من خلال إعطائها فترة زمنية أطول لتتمكن من الاستقرار في اسفل الوعاء

في حالات الجزئيات الناعمة جداجدا جدا التي لا يتجاوز قطرها بعض أل ميكرو مترات يتم إضافة مواد تعمل على تجمعها و تلبدها

هذه المواد تعمل على تقليل قوة التنافر بين الجزئيات مما يؤدي الى تكتل و تجمع المواد عادة تكون هذه المواد غير مكلفة اقتصاديا (رخيصة الثمن) مثل سلكيات الصوديوم

Batch sedimentation

يوجد العديد من المراحل لتسوية المواد المعلقة في مناطق ترسيب مختلفة .
بالبداية تتوزع جزئيات المواد الصلبة بشكل مُنتظم في السائل كما هو موضح في الشكل بحيث يكون العمق الكلي للمواد المعلقة هو
Z_0 بعد مرور وقت قصير تبدأ جزئيات المواد الصلبة بالاستقرار و
التسوية لتعطي طبقة واضحة من الماء في المنطقة A
المنطقة D تحتوي على جزيئات صلبة مستوية(مترسبة)
المنطقة التي تعلو المنطقة Dهي طبقة انتقالية C
الحدود الموجودة بين B و C و الحدود بين C وD

تكون غير واضحة

أما الحدود بين B و A تكون واضحة

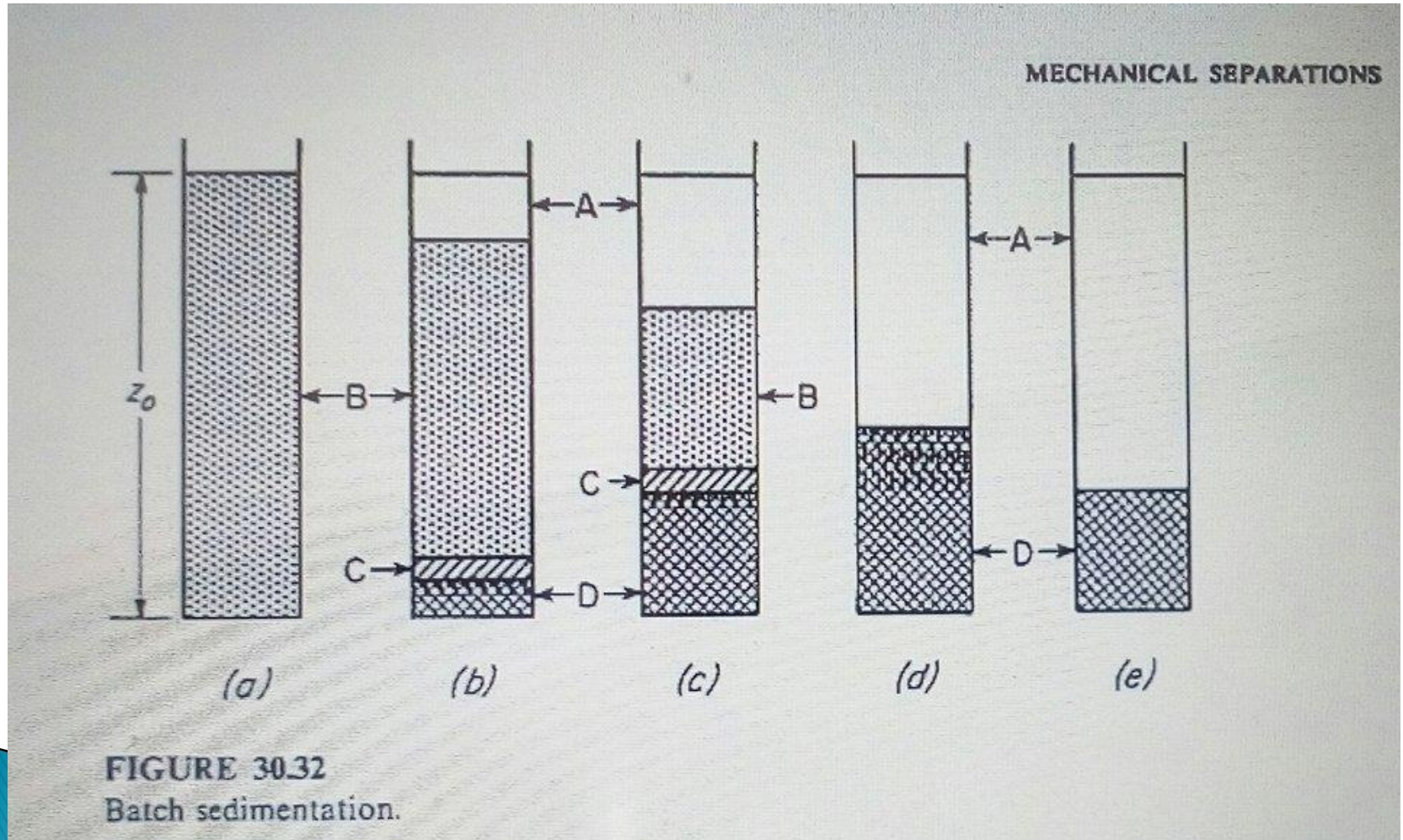
عمق المنطقة B يتناقص وبعد مرور فترة من الزمن تختفي المنطقة

B يحدث ترسيب للمواد الصلبة و تنقسم العينة الى قسمين مواد مُترسبة و ماء

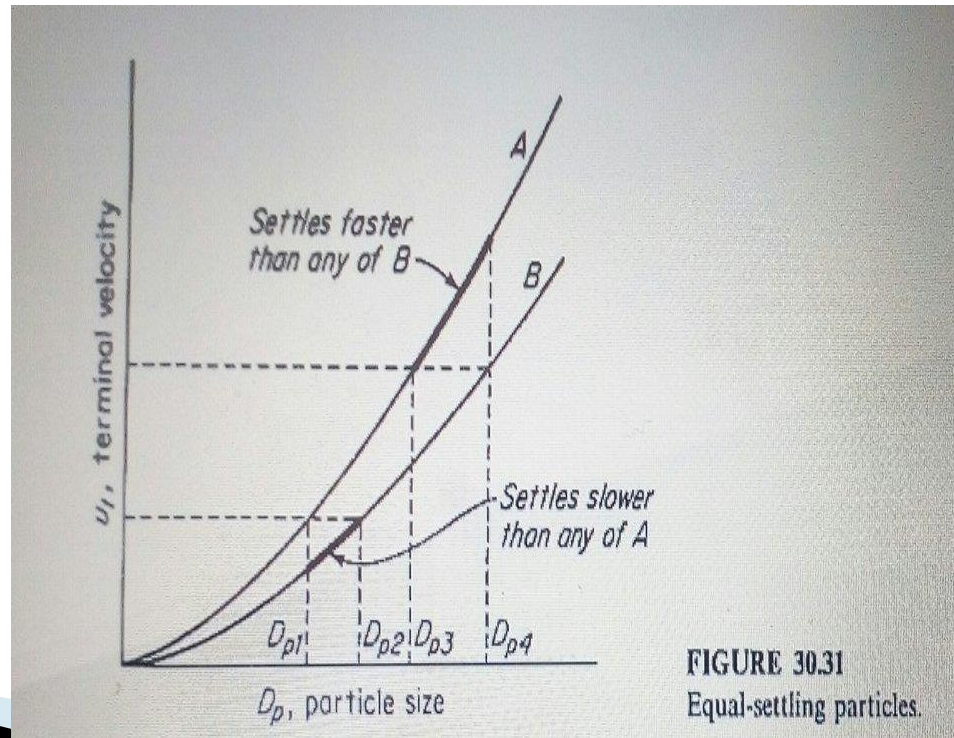
MECHANICAL SEPARATIONS

z_0 A B C D

(a) (b) (c) (d) (e)

FIGURE 30.32
Batch sedimentation.

معدل الترسيب

خلال المراحل الابتدائية من تسوية المواد الصلبة السرعة تكون ثابتة كما هم موضح على المنحنى عندما تختفي المنطقة ( ) فأن المعدل التسوية يبدأ بالتناقص حتى يصل الى ارتفاع محدد

FIGURE 30.31
Equal-settling particles.

أسباب اختلاف معدل الترسيب للجزيئات الناعمة عن الخشنة

١)الجزيئات الناعمة تتسارع أثناء الترسيب بسبب تحريك الجزئيات الكبيرة .....

٢) الجزيئات الناعمة تُكون تجمعات وتزداد سرعة تكون هذه القطع .... المركزة

٣)سرعة ترسيب الجزيئات الكبيرة عادة اكبر من الجزيئات الصغيرة

٤)الجزيئات الكبيرة أقل تأثرًا باللزوجة من الجزيئات الصغيرة

أهداف عملية الترسيب

١- إزالة الجزئيات (المواد الصلبة)من الموائع (سوائل ، غازات)
٢-استراجاع المواد من المواد الناتجة
٣-جعل الجزئيات معلقة في المائع من اجل الفصل بالاعتماد على وجود فرق في الحجم و الكثافة

من المجالات التي يتم فيها استخدام طريقة الفصل بالترسيب :
١-معالجة المياه العادمة
٢-فصل الموائع عن بعض بالاعتماد على وجود فروق بالكثافة ...

الترسيب

الترسيب :احدى طرق فصل المواد الصلبة و تعتبر من العمليات الأولية لفصل المواد الصلبة و تكون نسبة المواد الصلبة إلى السائلة قليلة جدا حوالي (٥ - ١٠ %)

مبدأ الترسيب

عند سقوط الصلب في المائع فأنه يتعرض لقوة دفع مقاومة للسقوط ثم تصبح السرعة ثابتة مع الزمن و يقوم الصلب بمقاومة معاكسه للسائل و مساوية لها و هذه القوة تتناسب مع مساحة السطح الصلب المتعرضة لجريان المائع و هذا المتغير يسمى معامل الإعاقة

و القوة التي يبذلها المائع على الصلب باتجاه الجريان تدعى بقوة الإعاقة

قانون قوة الإعاقة

- $C_D = \frac{24}{N_{Rc,p}}$
- $F_D = \frac{3 \pi \mu u_f D_p}{g_c}$
- $u_f = \frac{g D_p^2 (\rho_p - \rho_f)}{18 \mu}$

تسارع الجاذبية الأرضية (م/ث٢) g

قطر الجزيء D

نيوتن .ث /م٢ μ

كثافة الجزيء ρ_p

كثافة المائع ρ_f

سرعة المائع u_f

ثابت الاعاقة و يعتمد على رقم رينولد C_D

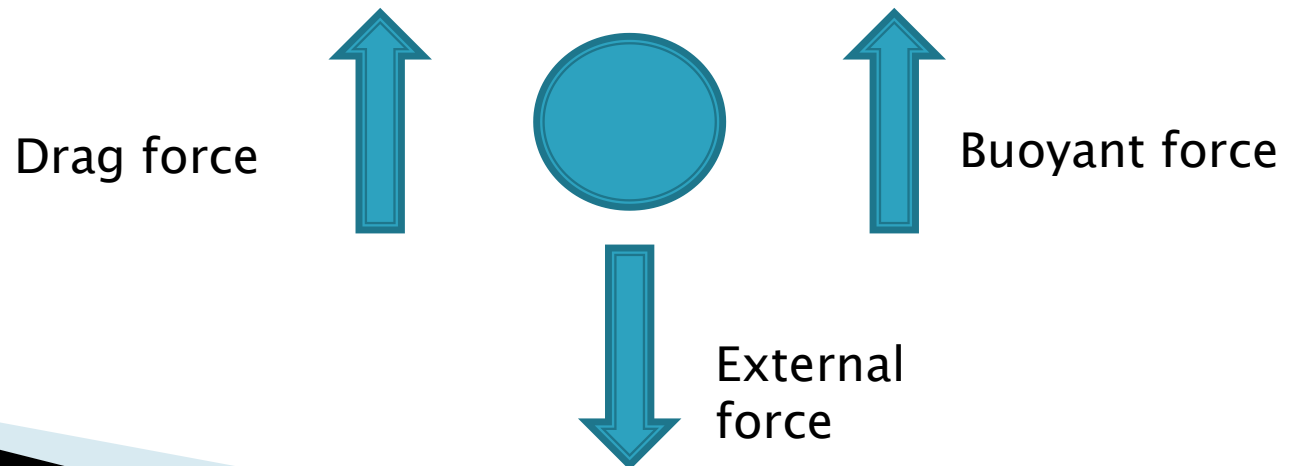
العلاقة بين CD , Re يتم إيجادها من خلال علاقات رياضية معينة أو من خلال رسومات

القوة المؤثرة على الجزيء في السائل

هنالك ثلاث قوة تؤثر على الصلب عندما يتحرك في السائل هي

١-قوة خارجية (الجاذبية ، الطرد المركزي)

٢-قوة الطفو تؤثر باتجاه معاكس لقوة الجاذبية تكون موازية للقوة الخارجية و لكن عكس اتجاهها

٣-قوة الإعاقة نتيجة الاحتكاك بين الصلب و السائل و تعمل باتجاه معاكس لحركة الصلب

terminal velocity السرعة الطرفية

هي سرعة الجسم الساقط عندما تكون مجموع قوة الطفو و قوة الإعاقة مساوية للقوة الخارجية بحيث يكون مجموع القوة على الجسم يساوي صفر و في هذه الحالة تسارع الجسم يساوي صفر

حسب قانون الثاني

$M\,a = \sum f$

$M\ \frac{dv}{dt} = F_e - F_d - F_b$

Fe قوة الجاذبية

Fd قوة الإعاقة

Fb قوة الطفو

Fb قوة الطفو= وزن السائل المزاح=

Fb=mg =vg

- $F_e = $ ma
- $F_b = \frac{m\,\rho_a}{\rho_p}$
- $F_D = \frac{C_D v^2 \rho\ A_p}{2}$
- $\frac{dv}{dt} = a - \frac{\rho_a}{\rho_p} - \frac{C_D\ v^2\ \rho\ A_p}{2m} = \frac{a\rho_p - \rho}{\rho_p} - \frac{C_D\ v^2\ A_p}{2m}$

الحركة من الجاذبية الأرضية فان a=g

- $\frac{dv}{dt} = \frac{g\ \rho_p - \rho}{\rho_p} - \frac{C_D\ v^2\ A_p}{2m}$
- حركة من قوة الطرد المركزي
- $a = r\ w^2$
- $\frac{dv}{dt} = \frac{r\,w^2\ \rho_p - \rho}{\rho_p} - \frac{C_D\ v^2\ A_p}{2m}$

عندما يكون الجسم الساقط بعيد عن الأجسام الأخرى و بعيد عن جدران الوعاء بمعنى آخر أي لا يوجد أي شيء يوثر على الجسم فان سرعة الجسم يمكن حسابها باستخدام القانون التالي

$$v=\sqrt{\frac{2\,g\,m\,(\rho_p-\rho_f)}{A_p\,\rho_f\,C_D\,\rho}}$$

- $m=\frac{1}{6}\boldsymbol{\pi}\,D_p{}^3\,\rho_p$
- $A_p=\frac{1}{4}\pi D_p{}^2$

$$v=\sqrt{\frac{4g\,(\rho_p-\rho_f)\,D_p}{3\,C_D\,\rho}}$$

اذا كانت رينولد نمبر اقل من ١

$$C_D = \frac{24}{N_{RE}}$$

$$v_t = \frac{g\ D_p{}^2\ (\rho_p - \rho_f)}{18\mu}$$ قانون ستوكس

اذا كانت رينولد نمبر اكبر من ١٠٠٠ و اصغر من ٢٠٠٠٠٠

$$C_D = 0.44$$

$$v_f = 1.75\sqrt{\frac{g\ D_p(\rho_p - \rho_f)}{\rho_f}}$$ قانون نيوتن

من أهم أجهزة الترسيب

١- المتخنات

٢-معدات الفصل بالطرد المركزي و تنقسم إلى :

--الفاصل الطارد المركزي الأنبوبي

--الفاصل الطارد المركزي القرصي

٣-الفواصل الطاردة المركزية البسيطة

٤-الفواصل الطاردة المركزية ذات الفوهات

٥-الفواصل الطاردة المركزية الفائقة

١-المثخن (الثكنر)

يتكون من الأجزاء التالية :

١-الجزء الأسطواني في الأعلى

٢-الجزء الأسطواني في الأسفل

٣-الجارف و المحرك في الوسط

المختثر : حيث تترسب الحبيبات الكبيرة و الخشنة في الأسفل و السائل الرائق في الأعلى و بعد فترة من الزمن تتكون أربع طبقات :

١)الطبقة الرائقة في الأعلى

٢)طبقة المواد الصلبة في الاسفل

٣)طبقة التغذية في الوسط

٤)طبقة الخليط في الوسط

المثخن

هو عبارة عن خزان كبير الى حد ما ، مُزود بمجارف قطرية بطيئة الحركة مربوطة مع عمود مركزي ، قاعها عبارة عن مخروط

يتدفق الطين السائل المخفف من حوض مائل

الخليط يتكون من الماء و طين و لان كثافة الطين اعلى من كثافة الماء فأن الطين سوف يميل الى النزول الى اسفل الخزان بحركة قطرية و بسرعة مُتناقصة و خلال نزول الطين أيضا تظهر طبقة سائل و يتم أزالتها من فتحات موجودة على جوانب الخزان و تستقر المادة الصلبة الطين في الاسفل و بعد ذلك تتحرك المجارف بسرعة دوارنيه صغيرة و تعمل على تجميع المادة الصلبة في فتحة كبيرة في المنتصف و بعد ذلك يتم سحبها

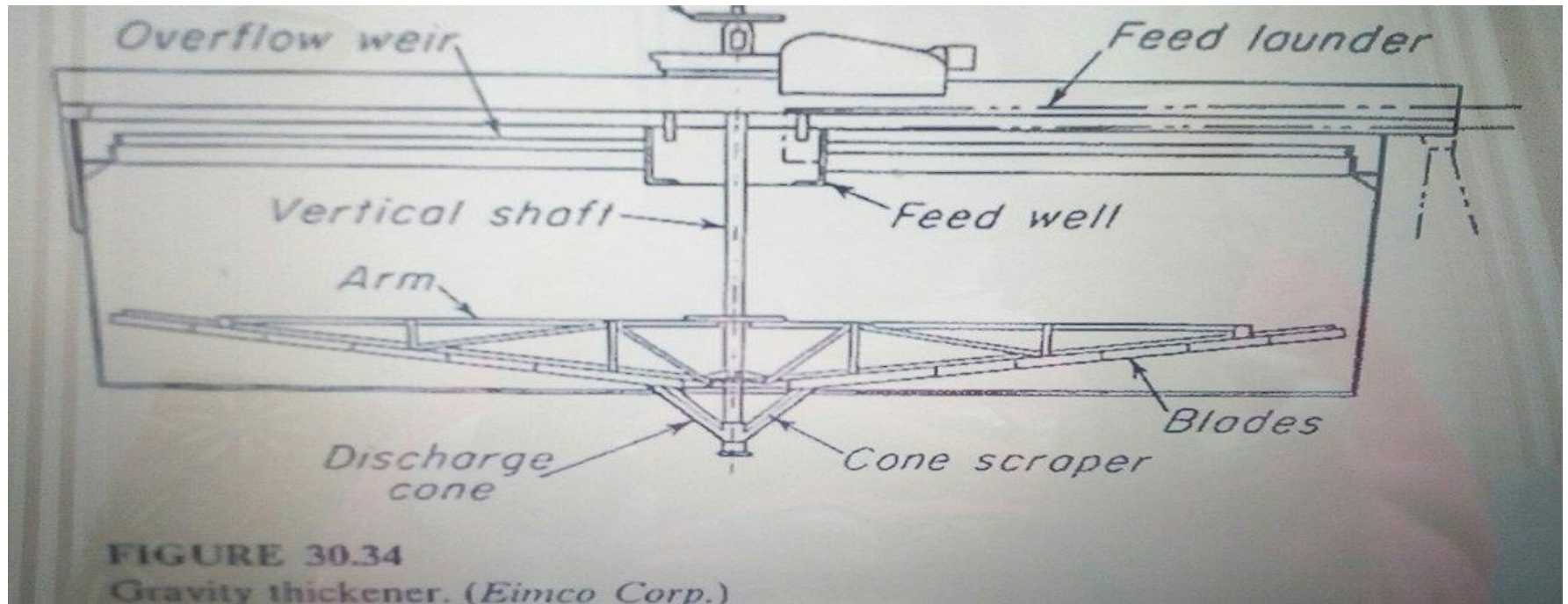
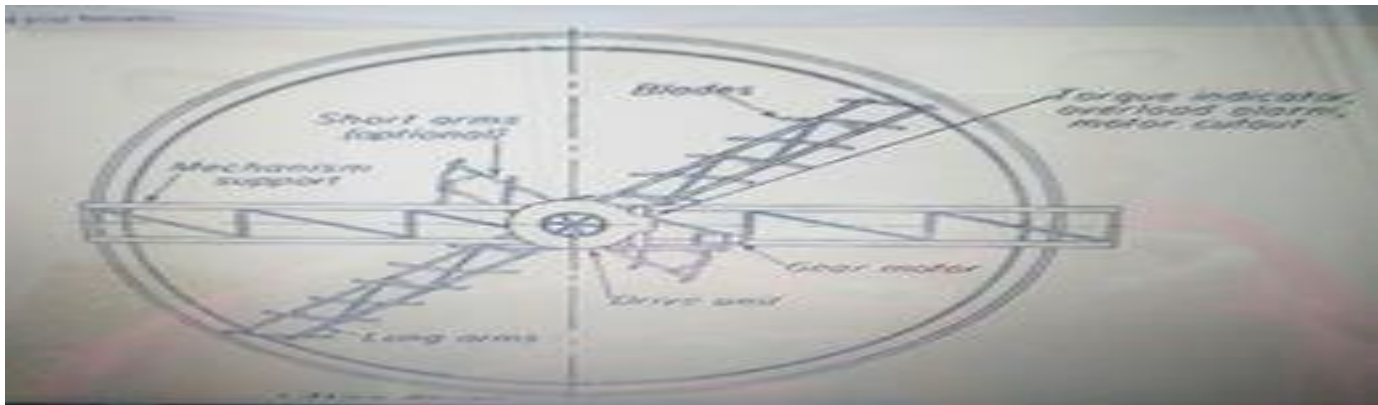
باستخدام مضخات و يتم سحب السائل بواسطة قنوات خاصة من الاعلى

قطر المثخن (١٠-١٠٠)م عمقها (٢,٥-٣,٥)م

المجارف يتحرك كل ½ ساعة

تستخدم هذه الطريقة في مصانع الفوسفات و البوتاس و ب محطات تنقية المياه العادمة

Overflow weir
Feed launder
Vertical shaft
Feed well
Arm
Blades
Discharge cone
Cone scraper

FIGURE 30.34
Gravity thickener. (*Eimco Corp.*)

السايكلونات

تعتمد طريقة الفصل في السايكلونات على قوة الطرد المركزي بحيث تعمل على تحريك جزيئات الغاز الموجودة في تيار هواء في أجزاء غير متحركة يتكون هذا الجهاز من أسطوانة عامودية مخروطية من الاسفل

قوة الطرد المركزي يعمل على تحريك تيار الغاز الذي يحتوي على غبار نحو جدران الأسطوانة مما يؤدي الى حدوث اصطدام بينها و بين الجدار و بعد ذلك تسقط جزئيات الغبار و تخرج من المخرج السلفي و تيار الغاز يخرج من المخرج العلوي

يوجد العديد من أنواع السايكلونات و يتم تقسيمها حسب طبيعة المواد المراد فصلها و لكن كل أنواع السايكلونات تعمل بنفس المبدأ

MECHANICAL SEPARATIONS 100

Overflow

Vortex finder

Feed

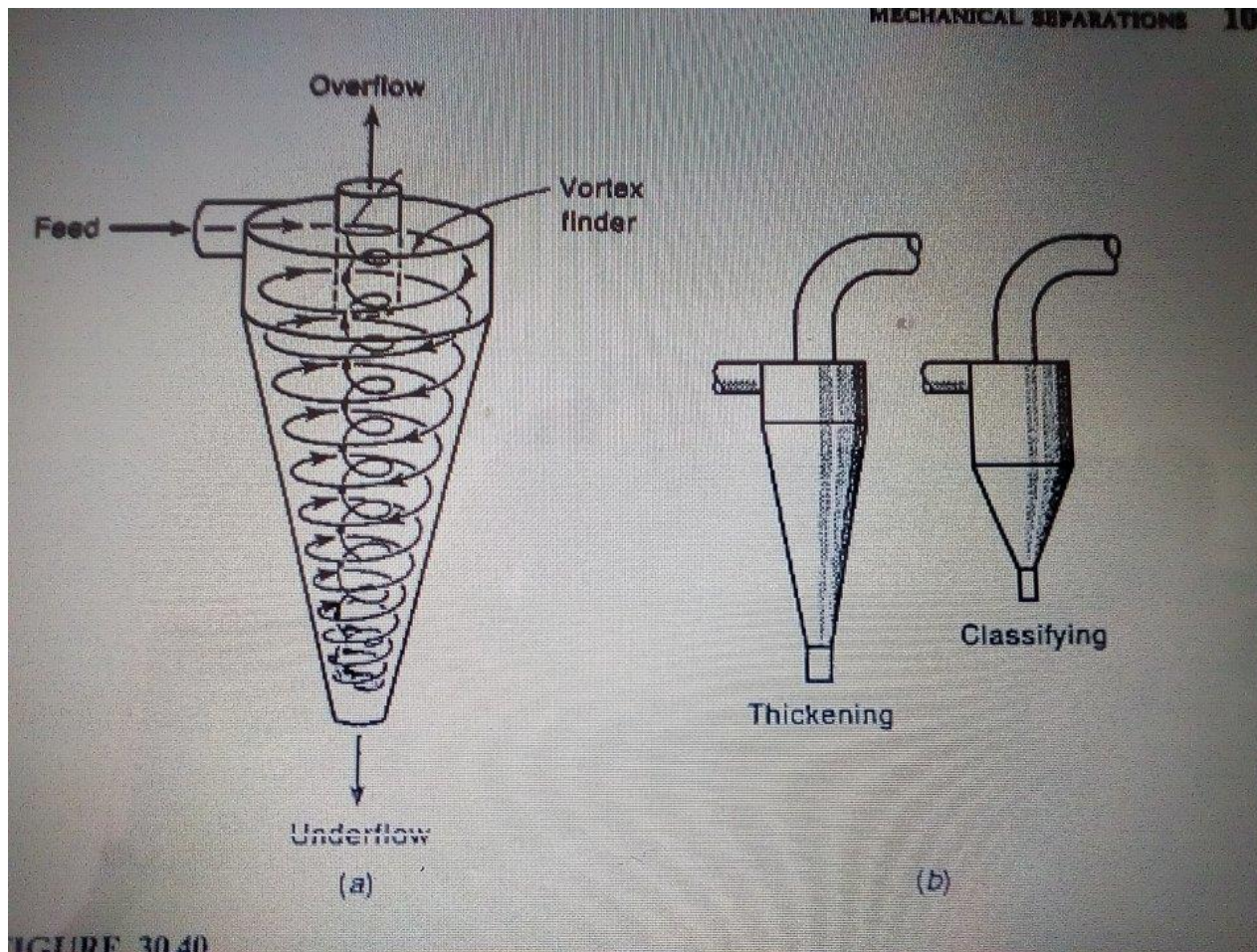
Underflow

(a)

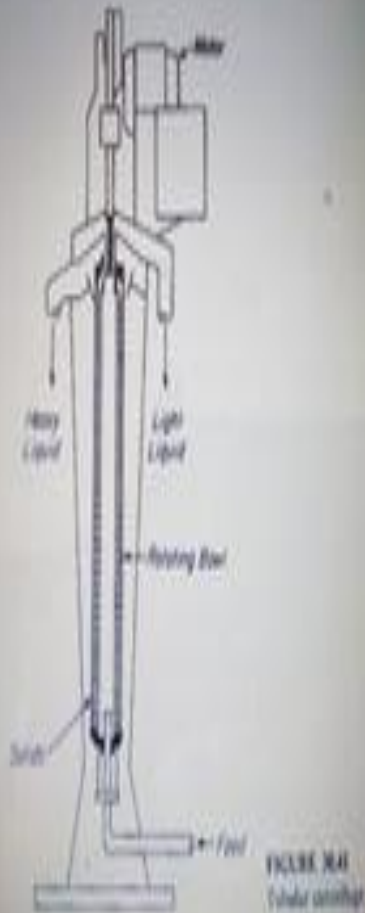
Thickening

Classifying

(b)

IGURE 30.40

فاصل الطرد المركزي الأنبوبي

يستخدم الفاصل الأنبوبي لفصل السوائل عن بعضها بالاعتماد على اختلاف الكثافة

يتكون الفاصل الأنبوبي من أنبوب مخروطي يتراوح قطره (١٠٠-١٥٠) مم يدور بسرعة ١٥٠٠٠دورة/دقيقة ، يتم إدخال التغذية (المواد الداخلة)من الأسفل و نتيجة لقوة الطرد المركزي يتم فصل السوائل إلى طبقتين .الطبقة السائل الأخف وزنًا تخرج من الأعلى و الطبقة السائل الأثقل وزنًا تخرج من الأسفل

الفارزة الطرد المركزي القرصي

يعتبر هذا الجهاز من اهم الاجهزة المستخدمة لفصل المواد السائلة عن بعضها البعض ، و هو وعاء قصير قطره

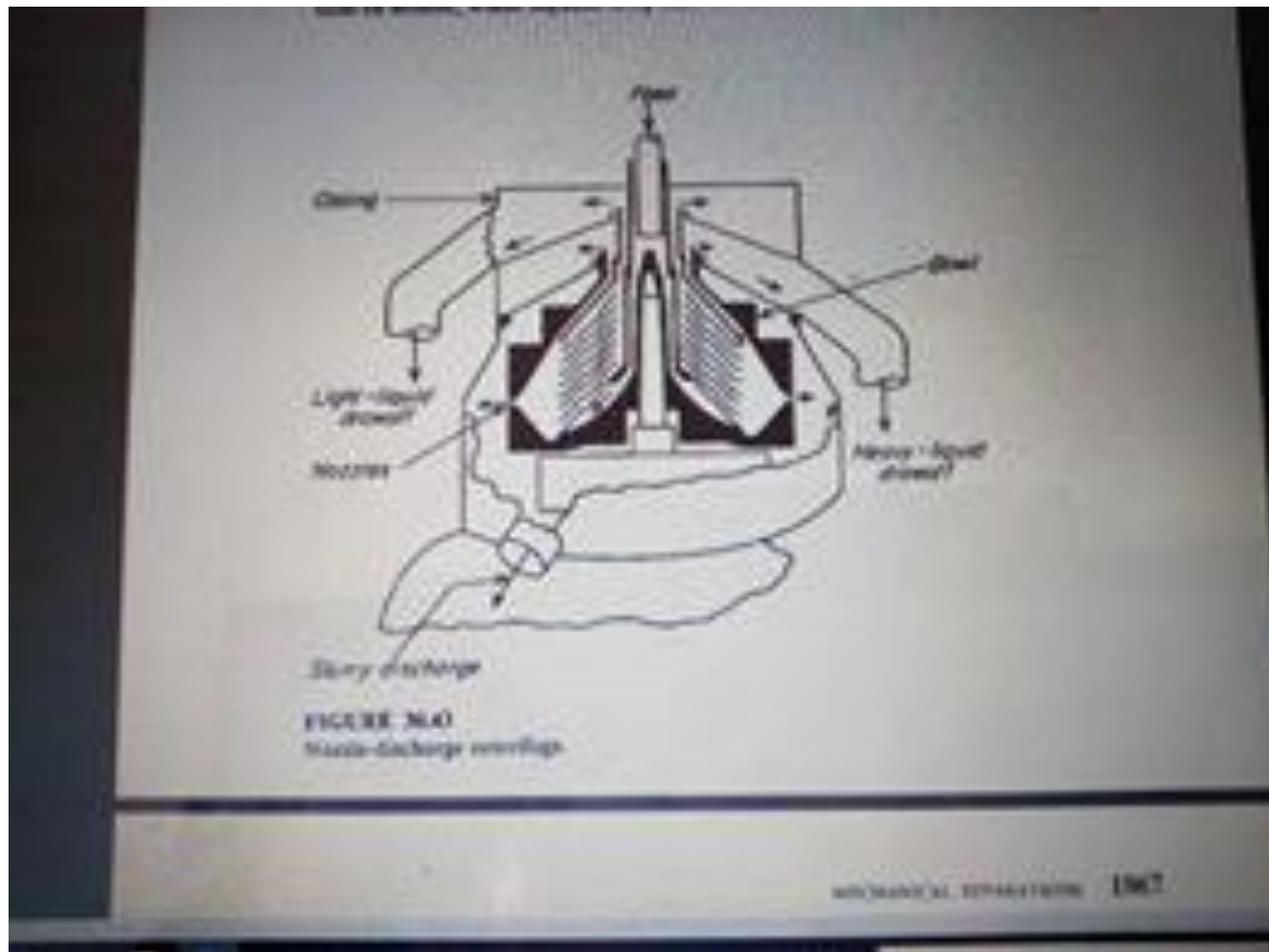
(٢٠٠-٥٠٠)مم و لديه قاع مسطح من الاسفل و شكل مخروطي من الاعلى

يتم إدخال الخليط من الاعلى من خلال انبوب متصل مع عنق الوعاء

يوجد داخل الوعاء مجموعة من الأوراق المعدنية المرتبة فوق بعضها البعض و التي تحتوي على ثقوب على استقامة واحدة مما يؤدي الى تشكيل قنوات داخل هذه الأوراق

عند إدخال العينة تمر أولا بالأنبوب الوسطي المتصل مع الأوراق المعدنية و نتيجة لوجود قوة الطرد المركزي فعندما يبدأ السائل بالحركة التصاعدية داخل الثقوب المعدنية فان السائل الأثقل يتم قضفه الى خارج الأنبوب في الوعاء أما السائل الأخف تحرك حركة تصاعدي داخل الثقوب ليصل الى منطقة الوسط .

يوجد مخرجين علوي لسائل الأخف و سفلي لسائل الأثقل

Feed
Casing
Bowl
Light-liquid drawoff
Nozzles
Heavy-liquid drawoff
Slurry discharge

الفصل بالترشيح

الترشيح

هو عملية فصل المواد الصلبة من السائل باستخدام وسط مسامي حيث تبقى المواد الصلبة على الوسط المسامي بينما تمر السوائل من خلال الوسط و يدعى السائل النافذ ب الراشح (filtrate)

والمادة الصلبة ب (Cake)

يعتبر قمع بوخنر ابسط أنواع المرشحات الذي يستخدم في المختبرات الكيميائية حيث توضع كمية من المخلوط على ورق الترشيح في قمع بوخنر و بإحداث تفريغ تتم عملية الترشيح ، أما في المرشحات الصناعية فإن المواد الصلبة المترسبة على و سط الترشيح تجمل على وجود صعوبة في نفاذية السائل نتيجة تراكم المواد الصلبة.

يمكن إجراء عمليات قبل الترشيح لزيادة نسبة الترشيح قبل التسخين و البورة او إضافة مادة مساعدة للترشيح مثل :(السيليلوز، الطباشير).

كمية الكيك (المادة الصلبة) الناتج تختلف من مخلوط الى أخر ف مثلا في معالجة المياه و الصناعات التعدينية تكون كمية الكيك كبيرة بينما تكون قليلة في الصناعات الكيميائية الخفيفة

كمية الطاقة المُستهلكة قليلة اذا ما قورنت مع عمليات التبخير و تعتبر عملية الترشيح عملية فيزيائية ميكانيكية

تعتمد عملية الترشيح على عدة عوامل أهمها:

١-فرق الضغط بين التغذية و نهاية وسط الترشيح

٢-مساحة سطح الترشيح

٣-لزوجة المعلق (السائل)

٤-مقاومة العجينة (الكيك ، المادة الصلبة)

٥-مقاومة وسط الترشيح

مبادئ الترشيح

يتم الترشيح على نوعان :

١- تحت ضغط ثابت: أي ان الحجم يتناقص باستمرار

٢-تحت حجم ثابت :و هذا يتطلب زيادة في الضغط باستمرار للتغلب على مقاومة العينة

هنالك عدة عوامل تؤثر على سرعة الترشيح (نزول السائل) و تجمعها

معادلة:

$$U = \frac{1}{A} * \frac{dv}{dt} = \epsilon^3 (1-\boldsymbol{\varepsilon})^2 * s^2 - \Delta p / L * \boldsymbol{\mu}$$

L مساحة الكيك

U سرعة نزول السائل

V حجم السائل

S المساحة الجزئية للذرات

ε المسامية

T الزمن

μ اللزوجة

A المساحة الكلية للمرشح

المعادلة يتم اعتمادها في بداية الترشيح و ذلك للأسباب التالية

١-يكون التدفق اكبر ما يمكن في بداية الترشيح و مقاومة الكيك اقل ما يمكن

٢-اذا كانت التغذية كبيرة فأنه يؤدي الى إغلاق مسامات وسط الترشيح و بالتالي يشكل إعاقة لمرور السائل

و معادلة الترشيح تحت ضغط ثابت هي

معادلة الترشيح تحت تدفق ثابت هي

$$\frac{d\Delta p}{dv} = K2 * (\Delta p)^n$$

وسط الترشيح

يجب ان يمتاز وسط الترشيح بالمواصفات التالية :

١-يجب الاحتفاظ بالمواد الصلبة و ان يكون الرائق خالي من المواد الصلبة تقريبا

٢-يجب ان يقاوم المواد الكيماوية

٣-يجب ان يكون قوي و متين يحمل المواد الصلبة

٤-يجب ان تبقى العينة نظيفة

٥-يجب ان يقاوم التآكل

٦- ان لا يكون مُكلفًا

٧-يجب ازالة المواد الصلبة المتراكمة بسهولة

المواد التي يصنع منها الوسط

١-الاقشمة الزجاجية

٢-الاقمشة الصوفية

٣-النايلون

٤-الفحم المسامي

٥-المطاط المسامي

٦-الحرير

تقسم عمليات الترشيح الى مُتقطع او مستمر

** الترشيح المستمر :عندما تكون التغذية كبيرة و إزالة المواد الصلبة مستمرة طوال فترة التشغيل

الترشيح المُتقطع : عندما تكون التغذية قليلة و عندما يتطلب الأمر ازالة المواد الصلبة المتراكمة على فترات مختلفة

صعوبات عملية الترشيح

تتمثل صعوبات عملية الترشيح فيما يلي

١-عندما تكون التغذية غير مُتجانسة

٢-عند إغلاق مسامات وسط الترشيح هذا يؤدي الى صعوبة مرور السائل

٣-عند تحليل محاليل لزجة تكون عملية الترشيح صعبة لذلك يجب زيادة الضغط لزيادة إمكانية خروج السائل

٤-عند إغلاق المسامات يتم غسلها باستخدام الماء او مذيب معين له نفس لزوجة المحلول حيث يمر من خلال الممرات التي يسلكها المحلول

٥-عند ترشيح المواد الناعمة جدا فأنها تؤدي الى اغلاق المسامات بسرعة و للتغلب على المشكلة تضاف مواد تساعد على عملية الترشيح حيث تعمل على زيادة مسامية العجينة لتسمح بمرور السائل و من المواد المستخدمة (السيلكا ،البريلات،السيلكون)

أنواع المرشحات

عند اختيار المرشح يجب مراعاة عدة عوامل:

١-خصائص السائل المراد ترشيحه من حيث اللزوجة و الكثافة

٢-طبيعة المواد الصلبة (حجمها،شكلها،تجانسها)

٣-تركيز المادة الصلبة في المخلوط

٤-كمية التغذية

٥-قيمة المادة التي يراد ترشيحها من حيث السعر (رخيصة ، غالية)

٦-اهمية الرائق او المادة الصلبة او كلاهما

٧-هل من الضروري غسل المادة الصلبة بعد ترشيحها

٨-هل هنالك عملية معالجة قبل الترشيح كالتسخين على سبيل المثال

٩-كلفة المرشح (كلفة أوساط الترشيح تتناسب مع المساحة)

١٠-مقاومة أوساط الترشيح للعوامل المختلفة

أقسام المرشحات

تقسم المرشحات الى قسمين:

١-مرشحات الترويق :

--المروقات

-- منقيات الغاز

--المرشح الفائق

٢-مرشحات العجينة و تقسم الى :

المرشحات الغير مستمرة وتشمل ما يلي:

--الصفيحة و القالب

--مرشح الصفيحة و الورقة

ثانيا: المرشحات المستمرة و تُقسم الى :

-- الأسطواني الدوار

--المرشح الحزامي الأفقي الدوار

--مرشح سوتيلاند

--مرشح برايون

المرشحات

مرشحات الترويق

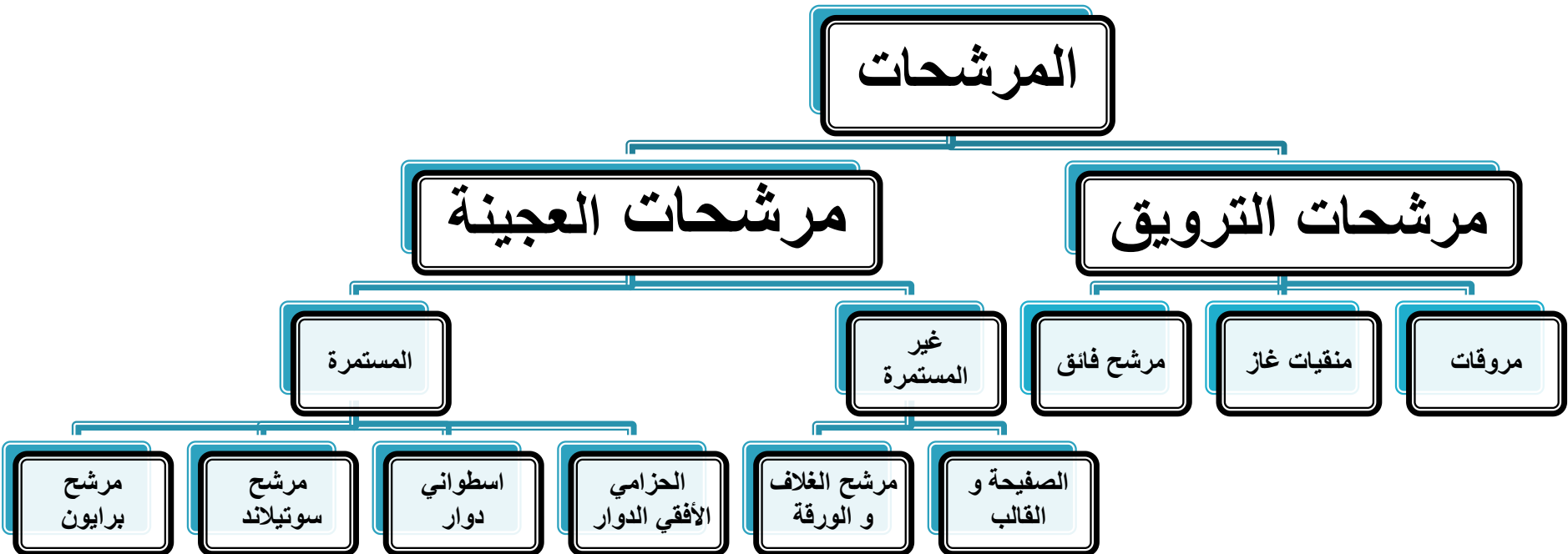
- مروقات
- منقيات غاز
- مرشح فائق

مرشحات العجينة

غير المستمرة

- الصفيحة و القالب
- مرشح الغلاف و الورقة

المستمرة

- الحزامي الأفقي الدوار
- اسطواني دوار
- مرشح سوتيلاند
- مرشح برايون

المروقات

تستخدم لفصل المواد الصلبة التي تحتوي على نسبة قليلة منها (درجة تركيزها خفيفة) حيث تترسب على سطح الوسط

ومن اهم المروقات:

١-مُنقيات الغاز

تستخدم لتنقية الهواء الجوي و الغازات من الغبار و ذلك بإمراره على وسط الترشيح الذي يتكون من قطن او السيليلوز و يمكن ان تكون هذه الحشوة جافة و مدهونة ب زيت ثقيل و ذلك لترسيب و مسك الغبار و هذه الحشوات مستهلكة او قابلة للغسل .

مروق السوائل

يتكون من سلسلة من أقراص (رقائق معدنية من ٣ - ١٠ أنش) مرتبة عموديا و محمولة على محور و محاطة بإطار حيث يدخل السائل تحت ضغط معين و يمر بين الأقراص و يقوم بحجز المواد الصلبة و ينف من خلالها السائل ، ويتم تنظيف الأقراص بين فترة و أخرى و يصلح للأعمال الخفيفة

المرشح الفائق

يستخدم لتركيز البروتين في منتجات الألبان و لفصل الزيوت من المياه المعدنية حيث تدخل التغذية الى وسط الترشيح الذي يحتوي على فتحات صغيرة جدا و تحت ضغط (٥-١٠) ضغط جوي

مرشحات العجينة

يكون وسط الترشيح رقيقا مقارنة مع اوساط الترويق و تتعامل هذه المرشحات مع تغذية تحتوي على نسبة عالية من المواد الصلبة و تتعامل مع ضغط عالي او ضغط فراغي

و تنقسم المرشحات تحت ضغط فراغي –غير مستمرة

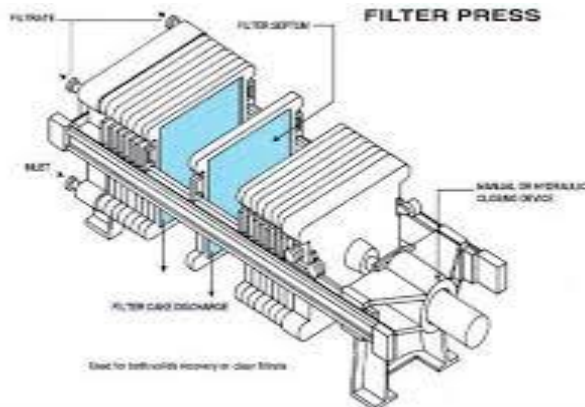
و مرشحات تحت ضغط فراغي -مستمرة

اهم مرشحات تحت الضغط و غير مستمرة

١-مرشح الصفيحة و القالب

يتكون من مجموعة من الصفائح المرتبة بجانب بعضها البعض و محمولة على حامل و داخل إطار و على الصفائح يثبت وسط الترشيح المصنوع من القماش و تكون الصفائح مربعة الشكل او دائرية و سمكها من (٤,١-٢انش) كما في الشكل و الصفائح مصنوعة من معدن او بولي برولين يضخ المحلول بضغط (٣-١٠)ضغط جوي حيث يمر من خلال الصفائح مما يؤدي الى ترسيب و حجز المواد الصلبة على الوسط و باستمرار عملية الترشيح تزداد كمية العجينة على الوسط و عندما يزداد الضغط فجأة حيث يملأ وسط الترشيح بالعجينة و يتم غسل الوسط بسائل مناسب

مرشح الغلاف و الورقة

- مبدأ عمل هذا الجهاز يشابه مرشح الصفيحة ألا انه يتعامل مع ضغوط مرتفعة جدا جدا و يتكون من مجموعة الأوراق المحمولة على حامل و المصفوفة بجانب بعضها ومن الجهة المقابلة يوجد خزان التغذية و تنفذ السوائل خلال الوسط بينما تحجز المواد الصلبة في الوسط و بعد فترة من الترشيح يتم فصل المواد الصلبة و غسل الوسط و يتم استخدام عامل مساعد لزيادة كفاءة الترشيح مع التغذية

المرشحات المفرغة - المستمرة

تتعامل المرشحات مع كميات كبيرة من التغذية و يكون فرق الضغط كبيرا يصل (١٠-٣٠ أنش زئبقي)ويتم أجراء اكثر من عملية خلال الترشيح حيث تغسل المواد الصلبة بعد الترشيح ثم ترشيح العجينة بعد الغسيل .

المرشح الأسطواني الدوار

يتكون من أسطوانة دوارة تدور بسرعة بطيئة (٠,١-٢ دورة/دقيقة) خلال حوض المخلوط و تغطى الأسطوانة بوسط الترشيح كالقماش و تكون مغمورة جزئيا بالمخلوط و تكون الأسطوانة متصلة بأنابيب داخلية و هذه الأنابيب متصلة بمضخة تفريغ

عند دوران الأسطوانة داخل الحوض و بعد إضافة التغذية يتم إحداث تفريغ في الضغط بواسطة مضخة التفريغ مما يُسبب فرق في الضغط و هذا يؤدي الى سحب السوائل من وسط الترشيح الى الأنابيب الى خزانات السوائل إما المادة الصلبة فيتم حجزها و ترسيبها على سطح الوسط و بعدها يتم غسلها بواسطة سائل كالماء ثم يتم سحب وترشيح السائل و عند نهاية دورة الترشيح يتم كشط و ازالة العجينة بواسطة سكين خاص

مقدار غمر الأسطوانة داخل الحوض يصل الى ٣٠% من المساحة و اذا تطلب الأمر ترشيح كميات اكبر يغمر حوالي (٦٠-٧٠%) من المساحة .

الإيجابيات

١- يعمل بطريقة مستمرة و ديناميكية و لا حاجة للعمال

٢-الطاقة الإنتاجية كبيرة

السلبيات

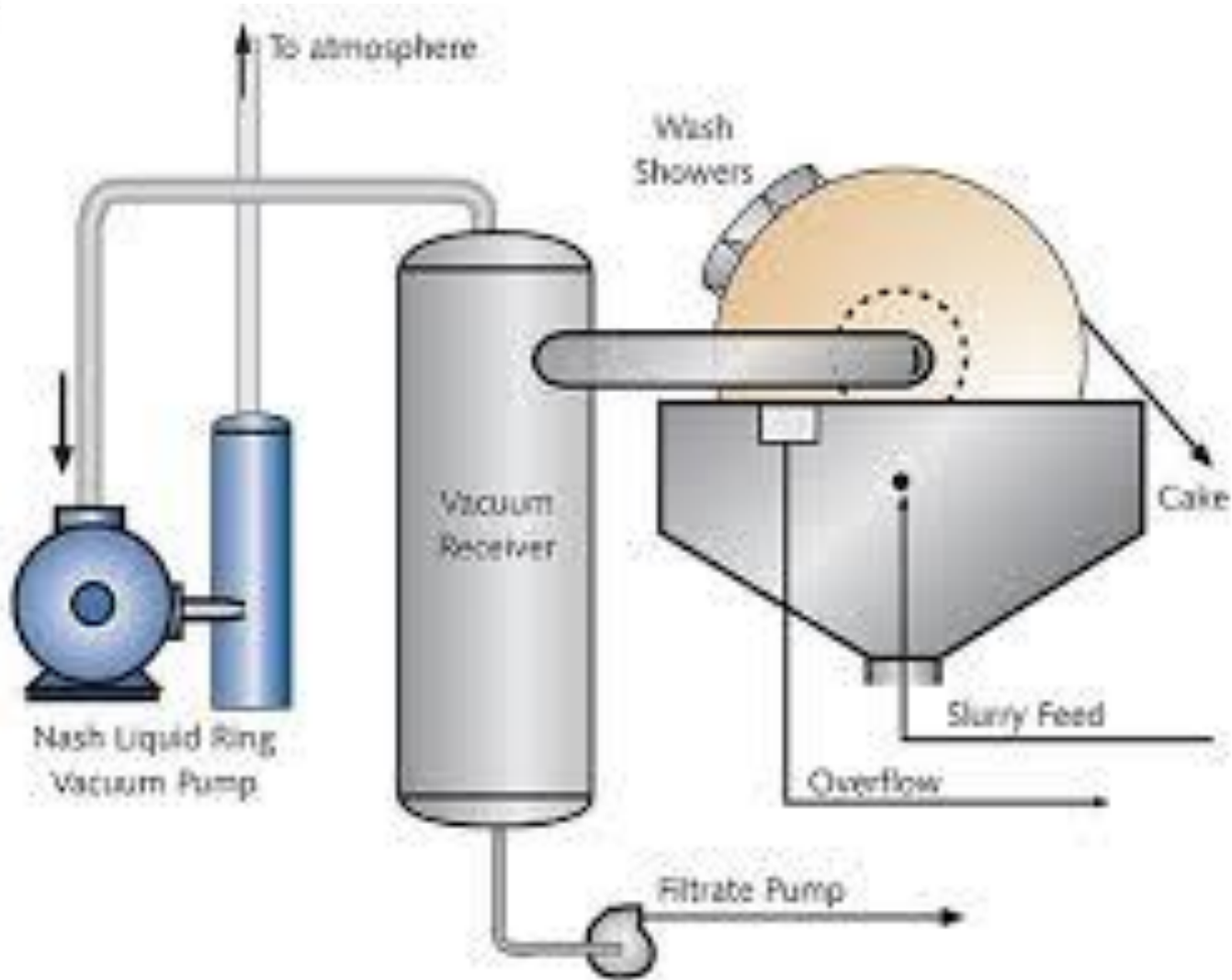
١-لا يستخدم للسوائل التي تغلي بسهولة لأنه يعتمد على التفريغ

٢- لا يستخدم للمواد التي يصعب ازالتها عن القماش و يمكن حل هذه المشكلة باستخدام مواد مساعدة

٣-كفاءة الغسيل ليست عالية

٤-يصعب الحصول على عجينة جافة

٥-كلفة المعدات و التفريغ كبيرة

To atmosphere
Wash Showers
Vacuum Receiver
Cake
Nash Liquid Ring Vacuum Pump
Slurry Feed
Overflow
Filtrate Pump

مرشح الحزام الأفقي

- يستخدم للمواد الخشنة التي تترسب بسهولة على الوسط و التي لا يمكن فصلها باستخدام المرشح القرصي حيث ان المواد الخشنة لا تلتصق بالسطح القرصي لذلك يتم التعامل مع المواد الخشنة باستخدام المرشح الحزامي
- يتكون من حزام متحرك عليه وسط الترشيح و يكون الحزام مثقبا و مطاطيا و يثبت على الثقوب أنابيب مربوطة بمضخة تفريغ و عند تشغيل المرشح يتحرك بشكل دائري و أفقي بواسطة أسطوانات دائرية و بدخول التغذية من الاعلى و تشغيل مضخة التفريغ يتم إحداث فرق في الضغط مما يؤدي الى سحب السائل من خلال مسامات وسط الترشيح عبر الأنابيب الى خزانات السوائل أما المواد الصلبة فتترسب على سطح الوسط الترشيح وبعد الترشيح يتم غسلها بواسطة سائل كالماء تم ترشيح السائل و تجفيفها و في نهاية المرشح يتم فصلها الى قشاط أخر لإجراء عمليات معالجة أخرى

مواصفات المرشح

(٢-٨ قدم) عرضًا

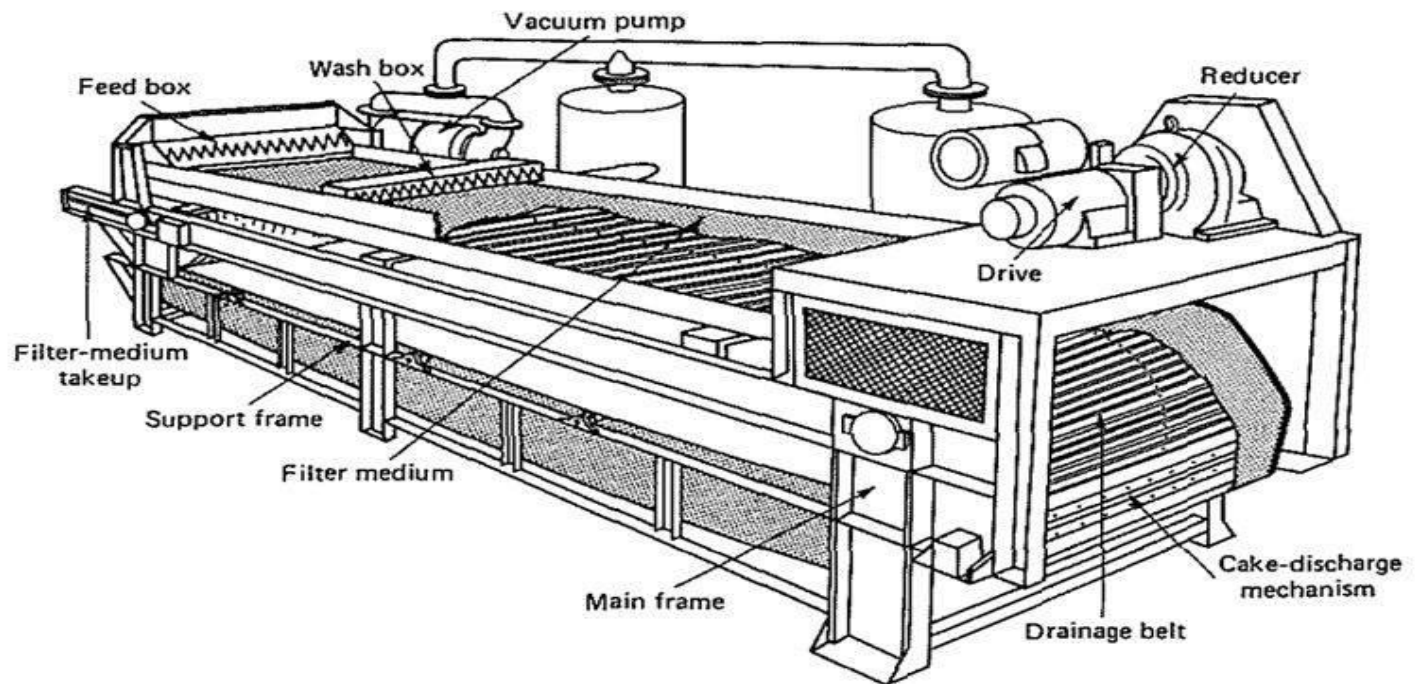
(١٦-١١٠ قدم)طولًا

مساحة المرشح ١٢٠٠ قدم٢

سرعة المرشح ٥ م/ث

تستخدم في معالجة المياه العادمة و البوتاس

Horizontal belt filter

Vacuum pump
Wash box
Feed box
Reducer
Drive
Filter-medium takeup
Support frame
Filter medium
Main frame
Cake-discharge mechanism
Drainage belt

When the feed contains coarse fast-settling particles of solid, a rotary-drum filter works poorly or not at all. The coarse particles cannot be suspended well in the slurry trough, and the cake that forms often will not adhere to the surface of the filter drum. In this situation a top-fed horizontal filter may be used.

41

مرشح برايون المستمر

يستخدم للمواد المتآكلة كالحوامض و الفوسفات يتكون من غرف أفقية في اطار دائري تدور بالتتابع و يتم بإحداث تفريغ باستخدام مضخة تفريغ متصلة بأنابيب و هذه متصلة بالغرف و الخلايا و عند تشغيل المرشح تترسب المواد الصلبة على الوسط و يتم التخلص من العجينة بالجاذبية عند دوران الاطار بينما السوائل تنفذ خلال الوسط الى الأنابيب الى خزانات السوائل و يتم تنظيف القماش برش سائل عليه .

إيجابيات المرشح:

١-مساحة الترشيح كبيرة تصل الى ٨٥%منها فعال

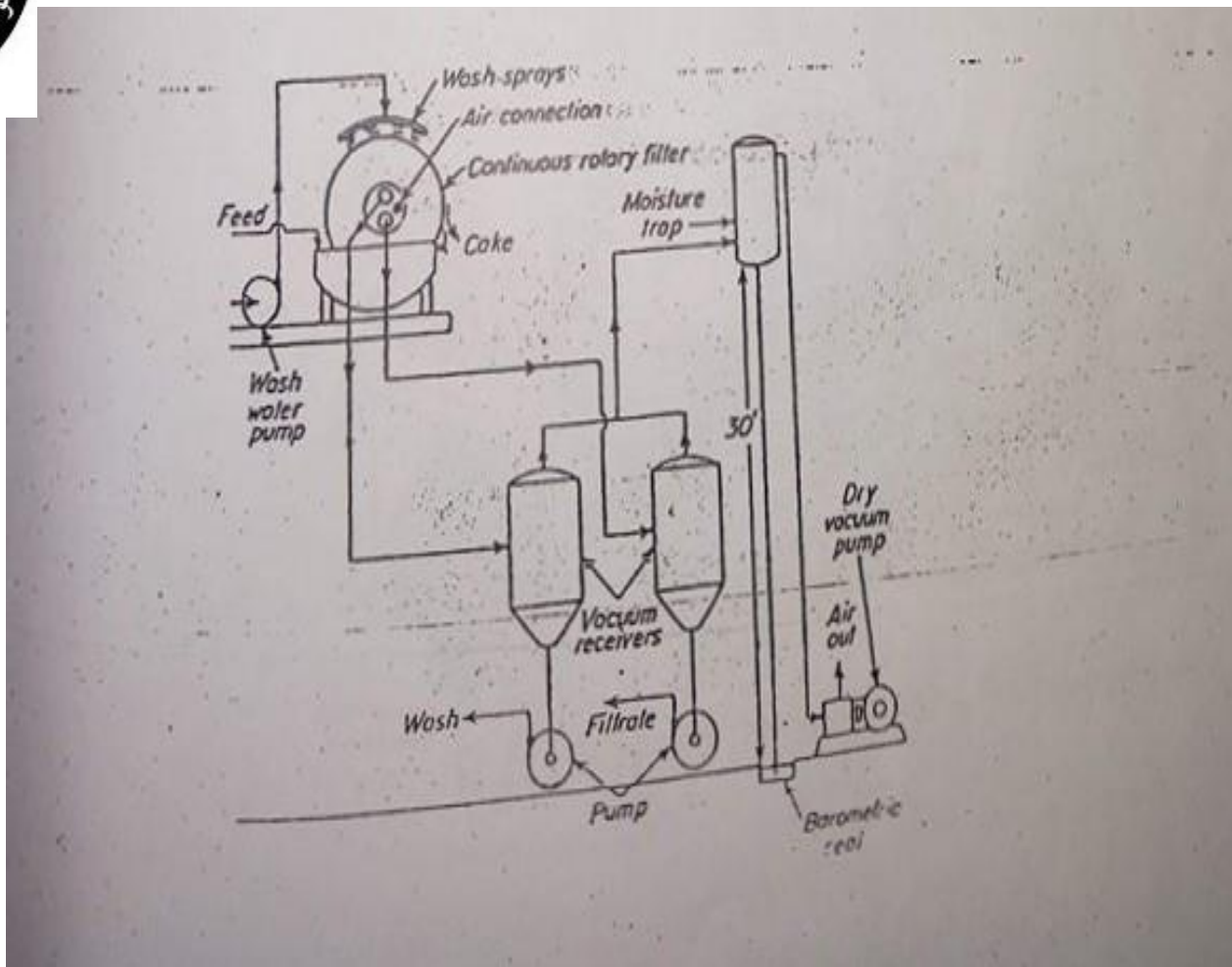
٢- قلة الكلفة التشغيلية و الصيانة

٣-يتم استخدام للسوائل التي تسبب التآكل

٤-سهولة ازالة المواد الصلبة

مرشح سويتلاند

يتكون من مرشحات دائرية لها نفس الحجم مُرتبة بجانب بعضها أفقيا في داخل أسطوانة مفرغة يتم إدخال التغذية في الحوض و إحداث تفريغ باستخدام مضخة تفريغ و نتيجة دوران المرشحات يتم سحب السائل الى خزانات السوائل بينما المواد الصلبة تُحجز على الوسط ثم تفصل يتعامل مع المواد التي تتعرض للتحطم و التكسير و يتعامل مع المحاليل الساخنة.

Wash-sprays
Air connection
Continuous rotary filter
Feed
Cake
Moisture trap
Wash water pump
30'
Dry vacuum pump
Vacuum receivers
Air out
Wash
Filtrate
Pump
Barometric seal

الخلط

الخلط (المزج)

تعتبر عملة الخلط من العمليات الأساسية في معظم العمليات الكيميائية و الخلط يمثل مزج السوائل مع بعضها او السوائل مع المواد الصلبة للحصول على مزيج متجانس

الأدوات التي يستخدم فيها خلط المواد السائلة هي نفسها لخلط المواد الصلبة مع السائلة تقريبا

و هنالك فروقات بين خلط السوائل مع بعضها و خلط السوائل مع المواد الصلبة ومنها :

السوائل مع السوائل	السوائل مع المواد الصلبة
الطاقة المطلوبة قليلة	الطاقة المطلوبة أكبر
الخليط الناتج متجانس	الخليط اقل تجانس بحيث يسهل تمييز الخليط في اكثر من منطقة عن طريق التركيز
الخليط يحتاج الى زمن اقل	يحتاج الى زمن اكثر
الخلط يعتمد على جريان السوائل الى منطقة الخلط	لا يعتمد الخلط على جريان السائل
تصريف الخلط اكثر سهولة	تصريف سهل

خلط صلب – صلب

و يتم الخلط بثلاث طرق :

١- الخلط بالحمل :نقل المواد من مكان الى آخر مثل خلاط الشريط اللولبي

٢-الخلط بالانتشار : تنشر المواد على سطوح جديدة مثل الخلاط البسيط

٣-الخلط بالقص: تشكيل سطوح زلقة فوق بعضها

مزج صلب في سائل

ان انتشار السائل خلال حوض فيه كرات زجاجية و ليكن سائل KCL

حيث يقاس فيه التركيز عن طريق الإيصالية في اعلى الحوض ، وقد لوحظ ان السائل ينتشر خلال الزجاج و يزداد الانتشار بزيادة المسامية و يمكن تتبع انتشار السائل في الصلب و ذلك بوضع مادة ملونة و تتبع انتشارها و نلاحظ ان السائل ينتشر باتجاه الاعلى في وسط الحوض و باتجاه الاسفل على الجدار و تعتبر عملية الخلط بالانتشار

يعتمد مزج الصلب في السائل على السرعة النهائية للحبيبات و طريقة الدوران في الخلاط و تزداد صعوبة الخلط بزيادة تركيز الصلب و زيادة سرعة الترسيب و بالتالي تزداد الطاقة اللازمة و لحساب الطاقة اللازمة للخلط يتم التعامل مع معادلات خاصة حيث يؤخذ بعين الاعتبار أبعاد الخلاط و ارتفاع أداة الخلط من أرضية الخلاط و لزوجة السائل و الصلب و كثافتهما و سرعة الخلط

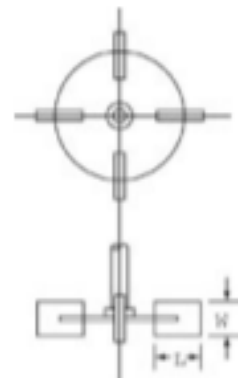
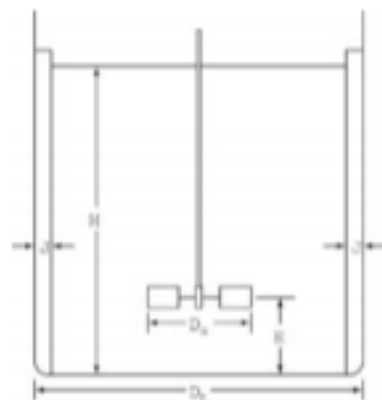
أجهزة الخلط

هناك العديد من الخلاطات لخلط المواد السائلة و الصلبة ومن أهمها :

١-خلاطات الوجبات :

-- خلاط العلبة : يستخدم لخلط السوائل اللزجة او المعاجين كما في الصناعات الغذائية و الكيماوية

يتكون الخلاط من حوض (علبة) حجمه (٥-١٠)جالون في داخل الحوض يوجد ذراع متصل بشفرات تدور رأسيا و يدعى برأس التدوير يمكن فصله بعد انتهاء عملية الفصل

كما في الشكل

H : depth of liquid

D_t : tank diameter

D_a : impeller diameter

L : blade length

W : impeller width

J : width of baffle

E : clearance

Typical proportions:

$$\frac{D_a}{D_t} = \frac{1}{3} \quad \frac{H}{D_t} = 1 \quad \frac{J}{D_t} = \frac{1}{12} \quad \frac{E}{D_t} = \frac{1}{3} \quad \frac{W}{D_a} = \frac{1}{5} \quad \frac{L}{D_a} = \frac{1}{4}$$

& No. of baffles: 4, No. of impeller blades: 6 or 8

--العجانات :تستخدم لعجن و خلط السوائل مع المواد الصلبة او خلط المواد البلاستيكية حيث يقوم بطرد المواد الصلبة أفقيا و طيها فوق بعضها و ضغطها و يكون الحوض ثابت

--العلاكات :تستخدم للمواد البلاستيكية و المطاط حيث يقوم بتمزيق المطاط و تجميع القطع البلاستيكية معًا

--الفراقات :تعمل على توزيع الألوان و الصبغات بين المواد يتم خلط في الأنواع السابقة بشفرتين متعاكستين في الاتجاه تدوران حول المحور حيث تحرك المواد للأعلى و للأسفل زمن الخلط من (٥-١٠) دقائق سرعة الدوران (٣٠-٤٠)دورة/دقيقة .

--العجانات :تستخدم لعجن و خلط السوائل مع المواد الصلبة او خلط المواد البلاستيكية حيث يقوم بطرد المواد الصلبة أفقيا و طيها فوق بعضها و ضغطها و يكون الحوض ثابت

--العلاكات :تستخدم للمواد البلاستيكية و المطاط حيث يقوم بتمزيق المطاط و تجميع القطع البلاستيكية معًا

--الفراقات :تعمل على توزيع الألوان و الصبغات بين المواد يتم خلط في الأنواع السابقة بشفرتين متعاكستين في الاتجاه تدوران حول المحور حيث تحرك المواد للأعلى و للأسفل زمن الخلط من (٥-١٠) دقائق سرعة الدوران (٣٠-٤٠)دورة/دقيقة .

Device for raising agitator
Rotating change can
Motor
Agitator blades
(a)

Planetary gear
Beaters
Change can
Cart
(b)

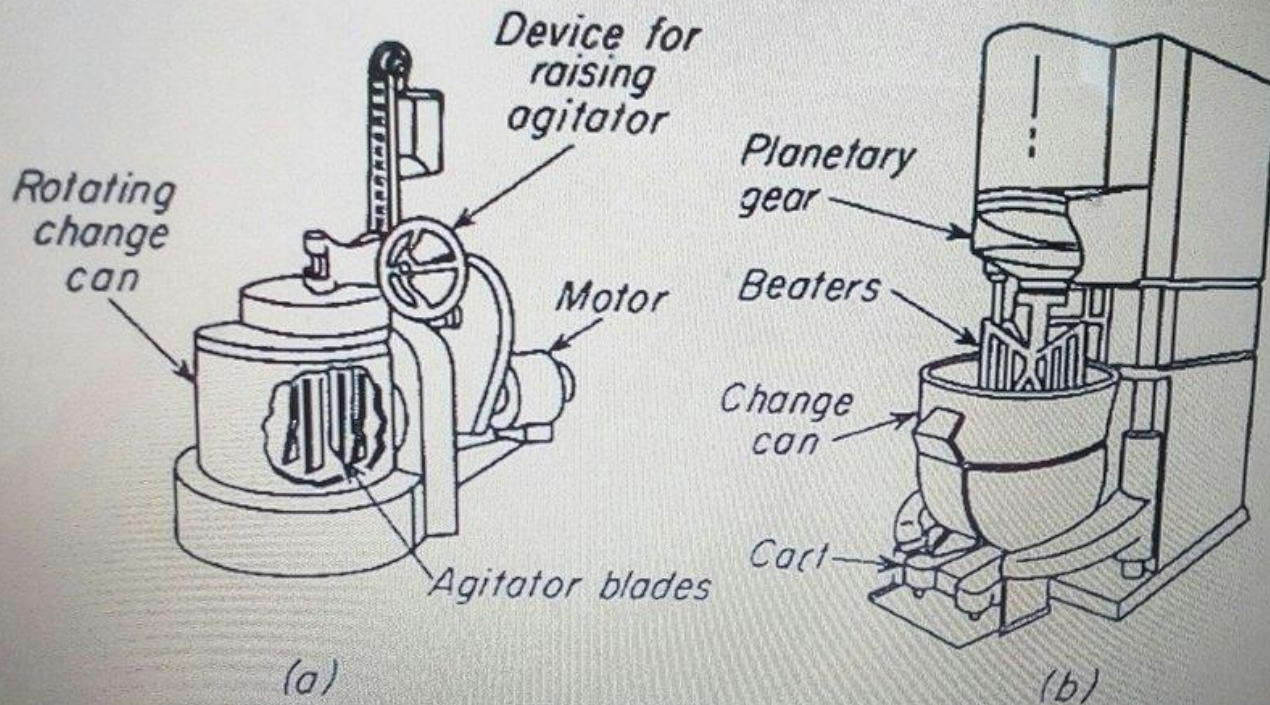
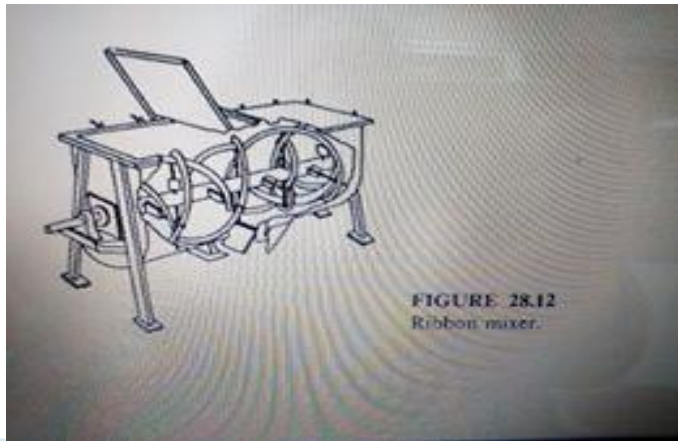



FIGURE 28.6
Double-motion paste mixers: (*a*) pony mixer; (b) beater mixer.

خلاطات الأشرطة (ريبون)

يتكون من حوض أفقي في داخلة عمود مركزي عليه شريطان لولبيان ، احدهما يتحرك ببطء و الأخر يتحرك بسرعة اكبر

تحدث عملية الخلط عندما يتحرك اللولبان فينتج عن حركتهما حدوث عملية خلط للمواد الصلبة .قد تعمل هذه الخلاطات بأسلوبين :١-وجبة واحدة ٢-وجبات متعددة

FIGURE 28.12
Ribbon mixer.

الخلاطات المتدحرجة

يتم خليط العديد من المواد باستخدام هذه الطريقة ، يتم وضع المواد في وعاء حتى يمتلئ هذا الوعاء جزئيا ، يتحرك هذا الوعاء حول محوره الأفقي لفترة زمنية محددة و تكون هذه الخلاطات على شكلين :

١) المطحنة المتدحرجة المخروطية : تتكون من مخروطين علوي و سفلي ، المخروط العلوي يحتوي على فتحة يتم إدخال المواد المراد خلطها من الاعلى و يتم إغلاق الفتحة ويبدأ الخلاط بالحركة المتقلبة حول محوره من (٥-٢٠ دقيقة) وبعد ذلك يتم إخراج الناتج من الاسفل

٢)المطحنة المتدحرجة الأسطوانية تتكون من أسطوانتين متحدتان مع بضعهما على شكل حرف (   ) يتم وضع العينة داخل الخلاط و بعد ذلك يتحرك الخلاط حركة دورانية حول محوره الأفقي لمدة زمنية معينة

(a)

(b)

FIGURE 2K14
Tumbler mixers: (a) double-cone mixer; (b) twin-shell blender.

خلاط مولر

طريقة الخلط في خلاط مولر مختلفة عن طريقة الخلط في الخلطات الأخرى ، يحدث داخل هذا الخلاط تلطيخ و فرك مُماثلاً لما يحدث في الهاون و المدقة ، تتم عملية الخلط في الخلاط بواسطة العجلات الثقيلة العريضة حيث يتكون هذا الخلاط من مقلاه ثابتة و يتم تحريك المحور الرأسي المركزي مما يؤدي الى تدوير عجلات مولر في مسار دائري فوق طبقة من المواد الصلبة الموجودة في قاع المقلاة ينتج عمل الفرك نتيجة انزلاق العجلات على المواد الصلبة الحراثة الموجودة في الخلاط تعمل على توجيه المواد الصلبة تحت العجلات اويتم توجيه المواد الصلبة الى الفتحة الموجودة في قاع المقلاة من اجل تصريفها

الخصائص النموذجية

$$\frac{D_a}{D_t}=\frac{1}{3} \quad \frac{H}{D_t}=1 \quad \frac{J}{D_t}=\frac{1}{12} \quad \frac{E}{D_t}=\frac{1}{3} \quad \frac{W}{D_a}=\frac{1}{5} \quad \frac{L}{D_a}=\frac{1}{4}$$

D_a: قطر الفراشة(الشفرة)

D_t :قطر الخزان

W : سماكة الفراشة(الشفرة)

H : عمق السائل

J :سماكة حوض الخلاط

E : ارتفاع الفراشة عن قاعدة الحوض

L : طول الشفرة

$$\frac{D_a}{D_t}=\frac{1}{3} \quad \frac{H}{D_t}=1 \quad \frac{J}{D_t}=\frac{1}{12} \quad \frac{E}{D_t}=\frac{1}{3} \quad \frac{W}{D_a}=\frac{1}{5} \quad \frac{L}{D_a}=\frac{1}{4}$$

D_a: قطر الفراشة(الشفرة)

D_t :قطر الخزان

W : سماكة الفراشة(الشفرة)

H : عمق السائل

J :سماكة حوض الخلاط

E : ارتفاع الفراشة عن قاعدة الحوض

L : طول الشفرة

أنواع المراوح :

١- المروحة ذات الشفرات الثلاثة three blade propeller
٢- شفرة التوربين المستقيمة straight blade turbine
٣- شفرة التوربين القرصي disk turbine
٤-شفرات التوربين المقعرة القرصية concave blade disk turbine
٥-شفرات التوربين الضاربة pitched blade turbine
٦-الشفرات الحلزونية double flight helical ribbon impeller
٧-شفرة المرساة anchor impeller

أنماط التدفق داخل الخلاطات

١- التدفق المحوري

حيث تعمل الشفرات على تحريك الخليط للأعلى و للأسفل

٢- التدفق القطرية

يستخدم عندما يكون ارتفاع الخليط منخفض و أيضا يستخدم مع المواد ذات اللزوجة المنخفضة

٣- تدفق الدوامات

٤- التدفق الدائري

أشكال السرعة في الخلاط

١- السرعة الأولى :قطرية

٢-السرعة الثانية: تعمل حركة موازية لحركة عمود الحركة على شكل طولي

٣-السرعة الثالثة: مماسيه او دورانية تؤثر بشكل مماسي حول عمود الحركة و هذه الحركة الدورانية المسامية تسبب فراغا في وسط سطح السائل

كفاءة الخلاطات

تختلف معايير تحديد كفاءة جهاز الخلط بالاعتماد على عدة عوامل أهمها :

١-الزمن المطلوب لإنجاز عملية الخلط

٢-مقدار الطاقة التي يحتاجها الخلاط

٣-درجة الانتظام في المواد الناتجة

حتى نعرف مدى الانتظام في خصائص المنتج سوف نأخذ عينات عشوائية من المنتج من عدة نقاط وبعد ذلك سوف نحسب مؤشر الخلط Mixing Mixer

مؤشر الخلط يعتمد على الحسابات الإحصائية مثل الانحراف المعياري

$$I_p = \frac{\sigma_0}{s} = \sqrt{\frac{(N-1)\mu(1-\mu)}{\sum_{i=1}^{N} xi^2 - \bar{x}\sum_{i=1}^{N} xi}}$$

S الانحراف المعياري

I_p مؤشر الخلط

σ_0 الانحراف المعياري

N عدد الجزيئات

$\bar{x}$ average measured

μ true average

x_i mass fraction الكسر الكتلي

كلما زادت قيمة مؤشر الخلط يكون معدل الامتزاج بين المادتين أكثر

مثال

تم خلط تربة رطبة تحتوي على ١٤%منالرطوبة في خلاط مولر مع ١٠% من سكر العنب و حمض البيكريك و بعد مرور ٣ دقائق من عملية الخلط تم أخذ ١٢ عينة عشوائية و تم تحليلها

وكان نسبة التركيز في العينات العشوائية كالتالي :

١٠,٢٤ /٩,٣٠/ ٧,٩٤/ ١٠,٢٤/ ١١,٠٨/ ١٠,٠٣/ ١١,٩١/ ٩,٧٢/ ٩,٢٠/ ١٠,٧٦/ ١٠,٩٧/ ١٠,٥٥/

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N} =$$

$$\frac{0.1024+0.0930+0.0794+0.1042+0.1108+0.1003+0.1191+0.0972+0.0920+0.1076+0.1097+0.1055}{12}$$

$=0.101766$

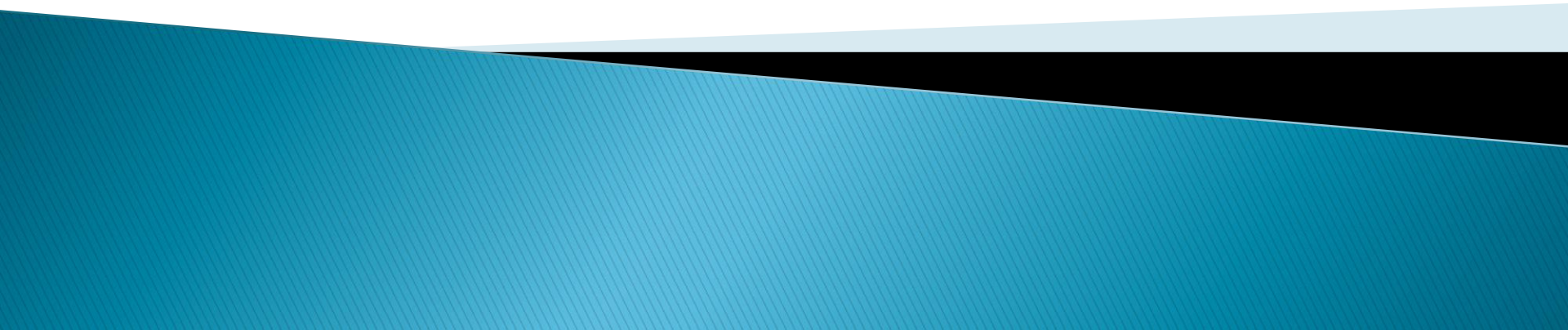
1	0.1024	0.01048576
2	0.0930	$8.649*10^{-3}$
3	0.0794	$6.30436*10^{-3}$
4	0.1024	0.01048576
5	0.1108	0.01227664
6	0.1003	0.01006009
7	0.1191	0.01418481
8	0.0972	$9.44784*10^{-3}$
9	0.0920	$8.464*10^{-3}$
10	0.1076	0.01157776
11	0.1097	0.01203409
12	0.1055	0.1113025
	$\sum xi = 1.2194$	$\sum xi^2$ =0.12510036

$\boldsymbol{\mu}$=0.1

$$I_p = \frac{\sigma_0}{s} = \sqrt{\frac{(N-1)\mu(1-\mu)}{\sum_{i=1}^{N} xi^2 - \bar{x}\sum_{i=1}^{N} xi}}$$

$$I_p = \sqrt{\frac{(12-1)*0.1*(1-0.1)}{(0.12510036-0.101616*1.2194)}} = \sqrt{\frac{0.99}{1.18910}}$$

$$I_p = 28.8$$

Crystallization البلورة

البلورة

البلورة : عملية تشكيل جسيمات صلبة ضمن طور متجانس، قد يحدث تشكيل للجزيئات الصلبة في البخار مثل الثلج او قد يحدث تشكل للبلورات في مصهور السائل او قد يحدث تشكيل للبلورات في محاليل السوائل

فوائد البلورة

١-الحصول على المُنتج على شكل بلورات و خصوصا ان معظم المواد يتم تسويقها على شكل بلورات
٢-الحصول على مُنتج خالي من الشوائب
٣-الحصول على مُنتج متجانس
٤-الحصول على مُنتج ضمن أحجام معينة
٥-تكون المواد اسهل للحفظ و التخزين

الماغما

في البلورة الصناعية في المحلول يكون الخليط موجود ضمن طورين مختلفين هما ١) المحلول المتبقي ٢)بلورات ضمن أحجام مختلفة الموجودة داخل المُبلور و التي يتم إخراجها ك مُنتج
(بلورات + المحلول المُتبقي = ماغما)

وصف البلورة

هي مادة صلبة تتكون من ذرات او جزيئات مُنظمة و مُرتبة في أبعادها ثلاثية على شكل شبكة مُنتظمة و لها أضلاع متعددة و سطوح و زوايا منتظمة و هناك سبعة أصناف منها :

١-بلورات مكعبة

٢-بلورات مثلثية

٣-متوازي المستطيلات

٤-المعيني

٥-متوازي المستطيلات و غير متساوية الأبعاد

٦-رباعي

٧- بلورات أحادية الميلان

وقد يكون للبلورة اكثر من شكل عند تبلورها بظروف معينة

وقد يكون للبلورة اكثر من شكل و ذلك بالاعتماد على ظروف التبلور على سبيل المثال مادة كربونات الكالسيوم شكلها الأكثر شهرة هو السداسي و لكن قد تكون في بعض الأحيان على شكل متوازي المستطيلات

البلورة النامية الثابتة

تحت ظروف مثالية تحافظ البلورة النامية على التشابه الهندسي أثناء النمو يسمى هذا النوع من البلورات ب البلورة النامية الثابتة بحيث تكون المقاطع العرضية للكريستال متشابه مع بعضها حول الخط الموجود في المُنتصف و لو أخذنا خطوط عرضية على البلورة سوف تكون هذه الخطوط متشابهة و كل الخطوط و المضلعات متصلة بالمركز الذي يسمى بالنواة التي تشكلت منها البلورة

كيفية تكوين محلول فوق مشبع

١-اذا كانت ذائبية المادة الذائبة تزداد بشكل كبير مع زيادة درجة الحرارة فمن الممكن تكوين محلول فوق مشبع من خلال التبريد او من خلال تقليل درجة الحرارة

٢-اذا كانت الذائبية لا تعتمد على درجة الحرارة او تتناقص ب زيادة درجة الحرارة فان محلول فوق الإشباع يتم تكوينه من خلال تبخير كمية من المذيب

٣-يمكن إضافة مادة ثالثة تعمل على تقليل الذائبية و تسمى هذه الطريقة بالتمليح ، و لكن في بعد الأحيان تعمل المادة الثالثة على حدوث ترسيب كلي و لهذا تسمى هذه الطريقة بالترسيب

كيفية تشكل البلورة

يتم نشوء البلورة على مرحلتين :

١-ولادة جزيء جديد

٢-نمو البلورة

تسمى المرحلة الأولى ب Nucleation(التنوي)

حتى يحدث نشوء وتكون للبلورات يجب ان يكون المحلول فو ق الإشباع

معدل التنوي :هو عدد الجزئيات الجديدة التي تم تكوينها لكل وحدة حجم و لكل وحدة زمن

مصادر البلورات في المُبلور

يمكن الحصول على البلورات من خلال ثلاث طرق :

١-الاستنزاف

٢-الطريقة الأولية

٣-الطريقة الثانوية

١- الاستنزاف :

واحدة من الطرق التي يمكن من خلالها الحصول على بلورات هي الاستنزاف ، يوجد داخل المُبلورات مروحة او شفرة تستخدم لتحريك ، في بعض الأحيان يحدث اصطدام للبلورات الطرية و الضعيفة مع المروحة مما يؤدي الى نشوء بلورات اصغر حجم ذات زوايا مختلفة

تعد طريقة الاستنزاف هي الطريقة الوحيدة التي نحصل من خلالها على بلورات بدون الحاجة الى وجود محلول فوق مشبع و بعد ذلك يتم اخذ الجزئيات الصغيرة (البذرة) ويتم غسلها و يتم وضعها في محلول فوق الإشباع لكي تنمو و تُسمى هذه العملية ب

التربية الأولية Initial Breeding

في بعض الأحيان تنمو البلورة بشكل طولي مثل الإبرة مما يجعل حواف البلورة ضعيفة جدا بحيث لو تعرضت الى قوة بسيطة تنكسر و تسنى البلورات في هذه الحالة ب التربية الإبرية

Needle breeding

الطريقة الأولية

الطريقة او المرحلة الأولية تعتمد بشكل أساسي على حدوث البلورة في وسط متجانس

نواة البلورة ربما تتكون من أنواع مختلفة من الجسيمات: أيونات، جزيئات ،ذرات

و بسبب وجود حركة عشوائية للجسيمات في وسط حجمه صغير يؤدي ذلك الى تصادمها مع بعضها البعض مما يؤدي الى الترابط هذه الجزيئات مع بعضها و تُشكل ما يُعرف ب الجنينcluster

في بعض الأحيان تنفك هذه التجمعات عن بعضها البعض بسرعة و لكن اذا بقيت هذه التجمُعات موجودة تُشكل ما يعرف ب (المُخلقة) Embryo

في هذه المرحلة تبدأ بتكوين شبكات مرتبطة مع بعضها ،

و تكون فترة حياتها قصيرة جدا قد ترجع و تتحول الى عنقود او تنفصل الى جزئيات منفردة لوحدها ، ولكن عندما يكون المحلول فوق مشبع بشكل كافي فأن العنقود سوف ينمو و يتطور الى ان يصبح نوية nucleus

و النوية هي عبارة عن تجمعات لا يمكن ان يحدث لها إعادة ذوبان في المحلول و لذلك فأن النوية سوف تنمو حتى تصبح بلورة ، عدد الجزيئات التي تحتاجها النوية حتى تكون مستقرة تكون حوالي ٨٠

- Cluster → Embryo → Nucleus

عنقود → مخلقة → نواة

الطريقة الثانوية

في بعض الأحيان تتعرض البلورة لظروف مثل إجهاد القص او حركة سريعة بواسطة الشفرات و المحركات مما يؤدي الى حدوث انفصال لنوية واندماجها مع نوية و الأجنة و دمجها مع نوية نامية مما يؤدي الى تشكل بلورة جديدة

نمو البلورة

نمو البلورات هي عملية انتشارية تتم من خلال وضع الانوية في سائل يحتوي على جزيئات مذاب بحيث تصطدم جزيئات المذاب بالانوية و تمنو و تكبر

أثر الشوائب على تشكيل البلورات

تكون الشوائب خلال محلول البلورة أما ذائبة او غير ذائبة فإذا كانت ذائبة فانه سيشكل بلورات نقيو و في حالة وجود شوائب غير ذائبة فإن البلورات ستكون غير نقية لان الشوائب تعمل كأنوية تنمو عليها المادة المذابة و تكون بلورات و تقوم بالادمصاص على سطح البلورات مما يمنع اكتمال البلورة

ولكن هناك فائدة للشوائب في البويلرات حيث ان إضافة أحجام كبيرة من الصمغ او الكالجون يمنع تكوين بلورات و قشور من كربونات الكالسيوم

أنواع المُبلورات

١- المُبلورات الغير مستمرة

--مبلور الخزان

-- المُبخرات

٢- المُبلورات المستمرة

مُبلور الخزان

هو عبارة عن خزان مفتوح يُستخدم لتبخير المذيب او لتبريد المحلول و يمكن إضافة مُحرك للمساعدة في عملية التبخير أو استخدام ملفات تبريد لمساعدة في عملية التبريد

يعتبر البحر الميت بمثابة مبلور كبير حيث يتم تبخير المذيب و هو الماء و يحدث تبلور في قاع البحر و خاصة ملح الطعام

ومبلورات التبريد التي يتم الحصول فيها على محلول فوق مشبع عند درجات حرارة منخفضة

ان خصائص البلورات الناتجة تعتمد على سرعة التبريد فاذا كان التبريد بطيء فان حجم البلورات يكون كبير و لكن عددها قليل أما التبريد السريع فيعطي بلورات صغيرة وعددها كبير معظم المبلورات تستغل عملية التحريك لزيادة معدل نمو البلورات على ان تبقى البلورات في منطقة التبلور

المُبخرات

أنابيب قصيرة و عريضة تعمل على إمرار السائل خلال مبخر يحدث تبخير للمذيب مما يؤدي الى تركيز المحلول و تحويله الى مشبع ومن ثم فوق الإشباع ومن ثم تكوين البلورات يتم إخراج البلورات من اسفل المبخر

تعمل هذه المبخرات تحت ضغط جوي او تحت ضغط فراغي وهو الأكثر شيوعًا

المبلورات المستمرة

تتعامل مع ضغوط منخفضة حيث يتم الحصول على البلورات بعدة طرق منها :

١- طريقة التدوير :يتم فيها مرور تيار المحلول فوق الإشباع خلال طبقة مميعة حيث تتشكل النويات و تنمو فيها البلورات ثم يضح المحلول الى منطقة التبريد او التبخير عندئذ يتولد محلول يتكون محلول فوق الإشباع يتم إرجاعه الى مرحلة التبلور

٢-طريقة تدوير الماغما حيث يتم تدوير الماغما خلال مراحل التبلور دون فصل السائل عن الصلب

التغذية تضاف على شكل تيار تدوير بين مرحلة التبلور و مرحلة الإشباع في اغلب المبلورات يوجد خلاط داخل المبلور و ذلك للحفاظ على البلورات في حالة مُعلقة و لتحسين و زيادة معدل نمو البلورات

ان التعامل مع ضغط الفراغي يُسرع في تحويل المحلول الى حالة فوق الإشباع لسحب الأبخرة المُتصاعدة يوضع فوق المُبلور مضخة سحب تدعى ب (النفاث)

عند دخول المحلول بدرجة حرارة عالية يتم تبخير المذيب و ذلك بإحداث ضغط فراغي مما يُسبب زيادة التركيز و تحويل المحلول الى مشبع او فوق مُشبع

الرسمة توضح دخول التغذية مع ناتج المُبلور (الماغما) من الاسفل و يضاف إليهما المحلول الأم لمنع تجمع الدقائق

Note

Note

Note